

INFORMATION TO USERS

This manuscript has been reproduced from the microfilm master. UMI films the text directly from the original or copy submitted. Thus, some thesis and dissertation copies are in typewriter face, while others may be from any type of computer printer.

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted. Broken or indistinct print, colored or poor quality illustrations and photographs, print bleedthrough, substandard margins, and improper alignment can adversely affect reproduction.

In the unlikely event that the author did not send UMI a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if unauthorized copyright material had to be removed, a note will indicate the deletion.

Oversize materials (e.g., maps, drawings, charts) are reproduced by sectioning the original, beginning at the upper left-hand corner and continuing from left to right in equal sections with small overlaps. Each original is also photographed in one exposure and is included in reduced form at the back of the book.

Photographs included in the original manuscript have been reproduced xerographically in this copy. Higher quality 6" x 9" black and white photographic prints are available for any photographs or illustrations appearing in this copy for an additional charge. Contact UMI directly to order.

UMI

A Bell & Howell Information Company
300 North Zeeb Road, Ann Arbor MI 48106-1346 USA
313/761-4700 800/521-0600



Université d'Ottawa • University of Ottawa

**HISTOIRE ALLUVIALE DE LA RIVIÈRE PORCUPINE DANS LA PLAINE DE
BLUEFISH AU YUKON SEPTENTRIONAL, DE 14 ka B.P. À AUJOURD'HUI.**

Thèse présentée à l'École des études supérieures
en vue de l'obtention de la
Maîtrise ès Arts en Géographie

par

Alain Riel

DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE
UNIVERSITÉ D'OTTAWA
OTTAWA, CANADA
Juillet, 1997



National Library
of Canada

Acquisitions and
Bibliographic Services

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Acquisitions et
services bibliographiques

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-28457-3

Canada

*Entre la folie de ceux qui ne veulent rien de ce
qui est et la déraison de ceux qui veulent tout ce
qui devrait être, ceux qui veulent vraiment quelque
chose, et qui sont décidés à en payer le prix,
seront les seuls à l'obtenir*

Camus

*Personne ne la voit venir
Mais quand elle tombe
elle tombe dru
Une pluie lourde et sans avenir
Et sans tendresse dans les rues*

*"L'hiver est mort"
titre La Presse
À la radio ça parle fort
"Congé d'école "
dit la maîtresse
Et tout partout
ça fond dehors*

*Mon amour aimait l'hiver
Autant que j'aimais mon amour
La neige blanche est éphémère
J'aimais l'hiver*

Beau Domimage

REMERCIEMENTS

J'aimerais exprimer ma reconnaissance la plus sincère à mon directeur de thèse, le Dr. Bernard Lauriol, pour sa patience et ses précieux conseils. Un merci particulier pour m'avoir donné la chance de vivre une expérience exceptionnelle: le privilège de travailler sur un sujet au Yukon. Notre relation professionnelle s'est rapidement transformée en une relation amicale. Le travail de terrain, les nombreux assistanats, les fameux camps d'automne sont pour moi de précieux souvenirs. Merci à Daniel Auger et Peter Charlie pour leur aide combien appréciée sur le terrain. Merci à Sylvie Létang pour sa patience. Plus souvent qu'à ton tour, tu m'auras sortie d'embarras. Merci à Sonia-Gabrielle Vigneux pour son aide technique au laboratoire et à Guillaume Couture pour son génie informatique et sa plume remarquable. Un merci spécial à Véronique Dewez pour son aide et son accessibilité. Tes qualités de pédagogue auront pour moi démystifié les analyses statistiques.

J'aimerais exprimer ma plus profonde reconnaissance à Geneviève pour sa patience, sa compréhension ainsi que sa sérénité. Ton calme et ta douceur m'auront permis de traverser les moments les plus difficiles et de trouver l'énergie pour continuer.

Merci à "Bro" pour sa patience, ses conseils mais surtout sa générosité. Ce qui restera de nous se résume en une phrase: "Y'en a qui mène, y'en a qui suive, marche ou crève". À mes parents, William et Hélène, merci mille fois pour m'avoir toujours soutenu. Votre côté un peu loufoque aura été pour moi une inspiration me permettant de réaliser mes rêves les plus fous. Un merci particulier à Julie, ma deuxième soeur, qui avec sa détermination et son zèle aura été pour moi une source de motivation. Ton amitié profonde m'aura permis de continuer... À tous mes amis du jeudi: "Salut". Vous ferez toujours partie de mes souvenirs les plus chers.

RÉSUMÉ

La rivière Porcupine qui prend naissance dans les monts Ogilvie, au Yukon septentrional, est caractérisée par de nombreux méandres quand elle traverse la plaine de Bluefish. Cette plaine, établie dans un bassin tectonique datant du Tertiaire, a accumulé au cours du Cénozoïque des sédiments qui, à l'Holocène, ont été entaillés par la rivière. La photo-interprétation des dépôts superficiels de la rivière Porcupine à l'intérieur de la plaine de Bluefish a permis d'identifier trois catégories de dépôts meubles soit du gravier, du sable et du limon.

Une étude sédimentologique a été effectuée le long de la rivière Porcupine sur une distance d'environ 84 kilomètres. À l'intérieur de cette section, 6 coupes stratigraphiques ont été étudiées et 87 échantillons ont été retenus pour des fins d'analyses sédimentologiques. Les résultats de l'analyse granulométrique ont été soumis à une analyse bivariées: le diagramme Md/Qd (ϕ) de Krumbein. La combinaison de cette analyse avec celles des datations radiocarbone et à la position géographique des coupes étudiées, a permis de reconstruire l'histoire alluviale de la rivière Porcupine dans la plaine de 14 ka B.P. à aujourd'hui. Les principaux résultats sont:

- Un encaissement rapide (50 m), entre 14 ka et 12 ka B.P. suite à une décharge fluvio-glaciaire qui mit en place des terrasses d'érosion.

- L'édification d'une terrasse liée à une phase de sédimentation intense associée à la fin de la décharge glacio-lacustre.

- L'édification d'une terrasse moderne à quelques mètres de la surface de la rivière Porcupine. Cette terrasse est en équilibre avec l'hydrologie actuelle.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 - LA RÉGION D'ÉTUDE	3
1.1 SITUATION GÉNÉRALE	3
1.2 DESCRIPTION ET PHYSIOGRAPHIE	3
1.2.1 Topographie et géologie.....	6
1.2.2 Paléo-drainage	6
1.2.3 Stratigraphie	14
1.3 CLIMAT	17
1.3.1 Histoire du climat depuis 14 ka B.P.	17
1.3.2 Climat et hydrologie	19
1.4 VÉGÉTATION	25
CONCLUSION	27
CHAPITRE 2 - OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE	30
2.1 INTRODUCTION	30
2.2 OBJECTIFS DE TRAVAIL	30

2.3 MÉTHODOLOGIE	31
2.3.1 Photo-interprétation et cartographie	31
2.3.2 Travail de terrain	34
2.3.3 Analyses de laboratoire	38
2.3.4 Les analyses statistiques	45
CHAPITRE 3 - ANALYSES ET INTERPRÉTATION	49
3.1 INTRODUCTION	49
3.2 LA CONFLUENCE DES RIVIÈRES PORCUPINE ET BLUEFISH	49
3.2.1 Morphologie générale	50
3.2.2 Analyses sédimentologiques	52
3.2.3 Synthèse	62
3.3 LA RÉGION CENTRALE	63
3.3.1 Morphologie générale	63
3.3.2 Sédimentologie	64
3.3.3 Synthèse	68
3.4 LA CONFLUENCE DES RIVIÈRES PORCUPINE ET OLD CROW	70
3.4.1 Morphologie générale	70
3.4.2 Sédimentologie	72
3.4.2.1 La terrasse du village d'Old Crow	72

3.4.2.2 La coupe 4 ou coupe 18-6-A	73
3.4.2.3 La coupe 5 ou coupe 16-6-A	77
3.4.2.4 Les coupes 19-6-A et 21-6-A (coupe 6)	79
3.4.3 Synthèse	82
CHAPITRE 4- SYNTHÈSE	86
4.1 INTRODUCTION	86
4.2 LES TERRASSES ÉTAGÉES DE LA RIVIÈRE PORCUPINE	86
4.2.1 La terrasse de 292 m	86
4.2.2 Les terrasses de 275 m et 270 m	88
4.2.3 La terrasse de 262 m	88
4.3 LES TERRASSES EMBOÎTÉES	88
4.3.1 La terrasse alluviale holocène	88
4.3.2 La terrasse alluviale moderne	89
4.4 RELATION ENTRE NOTRE ÉTUDE ET L'ÉVOLUTION DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE	90
CONCLUSION	94
BIBLIOGRAPHIE	96
ANNEXE A	101
ANNEXE B.....	140

LISTE DES FIGURES

1.1 Carte de localisation	4
1.2 Localisation des sites échantillonnés le long de la rivière Porcupine	5
1.3a Extrait de la carte géologique de la plaine de Bluefish (Norris, 1976)	9
1.3b Légende pour la carte géologique (Norris, 1976)	10
1.4 Cadre paléo-géographique de la région étudiée (Lemmen <i>et al.</i> , 1994)	12
1.5 Coupe stratigraphique composite des berges de la rivière Old Crow, dans le nord du Yukon (Morlan, 1980, Hughes <i>et al.</i> , 1989). L'unité 8 constitue la terrasse étudiée	15
1.6 Normales climatiques pour Old Crow (Environnement Canada, 1982)	20
1.7 Débit moyen mensuel de la rivière Porcupine à Old Crow (Environnement Canada, 1988)	25
1.8 Distribution des essences dominantes le long de la rivière Porcupine (Ritchie, 1984)	26
1.9 Distribution de la végétation à l'intérieur de la zone inondable le long de la basse terrasse de la rivière Porcupine (adaptée de Pearce, 1993)	28
2.1 Modes de transport en fonction de la grosseur des particules: on estime que la distribution des particules et le triage de chaque sous-population ainsi que le pourcentage de la distribution totale dans chaque sous-population indiquent les divers environnements de déposition (Visher, 1969)	41
2.2 Exemple d'une courbe granulométrique et de quartiles	46
2.3 Diagramme Md/Qd (phi)	48
3.1 Présentation schématique de la coupe 1	54
3.2 Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 1	57
3.3 Présentation schématique de la coupe 2	59
3.4 Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 2	61

3.5 Présentation schématique de la coupe 3	66
3.6 Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 3	69
3.7 Présentation schématique de la coupe 4	74
3.8 Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 4	76
3.9 Présentation schématique de la coupe 5	78
3.10 Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 5	80
3.11 Présentation schématique de la coupe 6	81
3.12 Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 6	83
3.13 Évolution des méandres de la région de Ch'ijee Bluff	84
4.1 Distribution altitudinale des terrasses de la rivière Porcupine entre le talweg et le niveau de 300 m	87
4.2 Profil synthétique des terrasses de la rivière Porcupine en Alaska et au Yukon et localisation du front glaciaire	91

LISTE DES TABLEAUX

1.1 Variations climatiques et essences dominantes d'après Edwards et Barker (1994)	19
2.1 Présentation des coupes et des échantillons	37
2.2 Fractions et classes granulométriques > à 63 micron	42
2.3 Fractions et classes granulométriques < à 63 micron	42
3.1 Description sédimentologique de la coupe 1	55
3.2 Description sédimentologique de la coupe 2	60
3.3 Description sédimentologique de la coupe 3	67
3.4 Description sédimentologique de la coupe 4	75

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

1.1 Image satellite de la plaine de Bluefish (Centre canadien de Télédétection, 1976)	7
1.2 Pédiment de Bluefish	8
1.3 Sédiments déposés lors d'une crue printanière sur la basse terrasse de la rivière Porcupine. Au premier plan, on distingue sur l'arbre une entaille faite par les blocs de glace	22
1.4a Coins de glace mis en évidence par l'érosion thermokarstique (juin 1991)	23
1.4b Niche d'érosion thermokarstique (juin, 1991)	23
2.1 Méandre caractéristique de la rivière Porcupine	32
2.2 Lac thermokarstique vidangé le long de la rivière Porcupine suite à l'érosion des berges. À l'arrière plan, on distingue la plaine de Bluefish	33
2.3 Exemple de matériel échantillonné non-consolidé	35
2.4 Exemple de matériel échantillonné consolidé	36
2.5 Exemple d'un lit de matières organiques utilisé pour la datation radiocarbone	39
2.6 Exemple d'un arbre en place utilisé pour la datation au radiocarbone	40
Annexe A, A1: Localisation de la coupe 1	103
Annexe A, A2: Localisation de la coupe 2	109
Annexe A, A3: Localisation de la coupe 3	113
Annexe A, A4: Localisation de la coupe 4	119
Annexe A, A5: Localisation de la coupe 5	123
Annexe B: Photos aériennes.....	140

INTRODUCTION

On considère habituellement que le Pléistocène se termine vers 10 ka B.P. Cependant, au Yukon septentrional et dans le centre de l'Alaska, le plus grand bouleversement environnemental se produit à la fin du stade isotopique 2 et au début du stade isotopique 1, c'est-à-dire entre 15 et 10 ka B.P. C'est pendant cette période que la forêt se met en place (Ritchie, 1984), que la sédimentation loessique cesse (Ritchie *et al.*, 1982), que le lac glaciaire Old Crow finit de se vidanger (Hughes *et al.*, 1987) et que de nombreux grands mammifères disparaissent (Harington, 1977). Mais depuis 10 ka B.P., il ne semble y avoir eu que des fluctuations environnementales mineures. D'abord, le climat a été plus chaud que l'actuel (Ritchie et Hare, 1971), puis il s'est refroidi, favorisant ainsi le développement des tourbières et des coins de glace et probablement des lacs thermokarstiques (Mackay, 1992). Le but de cette thèse est de vérifier quelles modifications environnementales la rivière Porcupine a enregistré après que le lac Old Crow ait eu fini de se vidanger en laissant les paléopages étudiées par Rocheleau (1997). La rivière Porcupine a creusé alors son lit dans des argiles glacio-lacustres et des sédiments sous-jacents pour façonner la plaine alluviale actuelle.

Pour atteindre notre objectif, qui est de définir l'évolution de la rivière Porcupine depuis 14 ka, nous avons étudié la morphologie de la plaine alluviale ainsi que la granulométrie et les structures sédimentaires de coupes naturelles. Nous avons aussi récolté du matériel organique pour obtenir des datations radiocarbone. La morphologie a été établie à partir de photos aériennes et de cartes topographiques. Les structures sédimentaires ont été observées. La granulométrie a été faite par la méthode de densimétrie pour le matériel inférieur à 4 phi et par tamisage à eau pour les grains entre -1 et 4 phi. Ces mesures ont été soumises à une analyse bivariable (diagramme Md/Qd (phi)) dans le but de faire ressortir les caractéristiques granulométriques des différentes coupes.

Les résultats démontrent que le creusement a été rapide: il s'est produit entre 14 ka et 12 ka B.P. et a laissé quelques terrasses d'érosion dont une à 270 m d'altitude ainsi qu'une nappe de gravier très grossier sur lequel s'est développée la plaine alluviale actuelle. La plaine s'est élargie par migration latérale des méandres: à certains endroits le processus continue et donne lieu à des falaises vives de 50 m de hauteur. Au pied de celles-ci, la rivière érode surtout durant les crues printanières. Elle creuse alors des niches thermokarstiques, ce qui provoque des éboulements. Le long des falaises mortes, c'est plutôt le ruissellement qui agit entraînant parfois la formation de cônes de déjection. Ceux-ci s'édifient alors sur les sédiments fluviatiles. Ils se distribuent suivant trois granulométries: gravier-sable grossier, sable moyen-fin et silt. Les structures sédimentaires sont principalement horizontales.

Le plan que nous allons suivre pour exposer les données précédentes est le suivant. Le premier chapitre présente la région à l'étude en insistant sur la stratigraphie de la plaine de Bluefish, l'histoire du climat et l'hydrologie actuelle. Le deuxième chapitre expose les objectifs ainsi que les méthodes utilisées afin d'y parvenir. Le troisième chapitre comprend l'analyse et l'interprétation des principaux résultats tandis que le quatrième chapitre sert de synthèse.

CHAPITRE 1

LA RÉGION D'ÉTUDE

1.1 SITUATION GÉNÉRALE

Les dépôts fluviaux holocènes étudiés dans le cadre de cette thèse proviennent de la plaine de Bluefish, plus exactement de la plaine alluviale de la rivière Porcupine, située à 100 km au nord du cercle polaire arctique (figure 1.1) entre le village d'Old Crow et l'entrée des "Ramparts". Cette section de la rivière mesure, en ligne droite, environ 25 km et elle s'étend entre les longitudes 140° 25' O et 139° 50' O (figure 1.2). Elle couvre les cartes topographiques à 1: 50 000 de Twin Lake (116 N/8), Old Crow Range (116 N/9), Lone Mountain (116 O/5) et Old Crow (116 O/12) publiées par le Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada.

1.2 DESCRIPTION ET PHYSIOGRAPHIE

La plaine de Bluefish fait partie d'une des rares régions au Canada à avoir été épargnée par la dernière glaciation. Par conséquent, les dépôts du Quaternaire de la plaine ainsi que des plaines adjacentes d'Old Crow et de Bell ont une origine fluviale, lacustre ou encore glacio-lacustre (Hughes *et al.*, 1987).

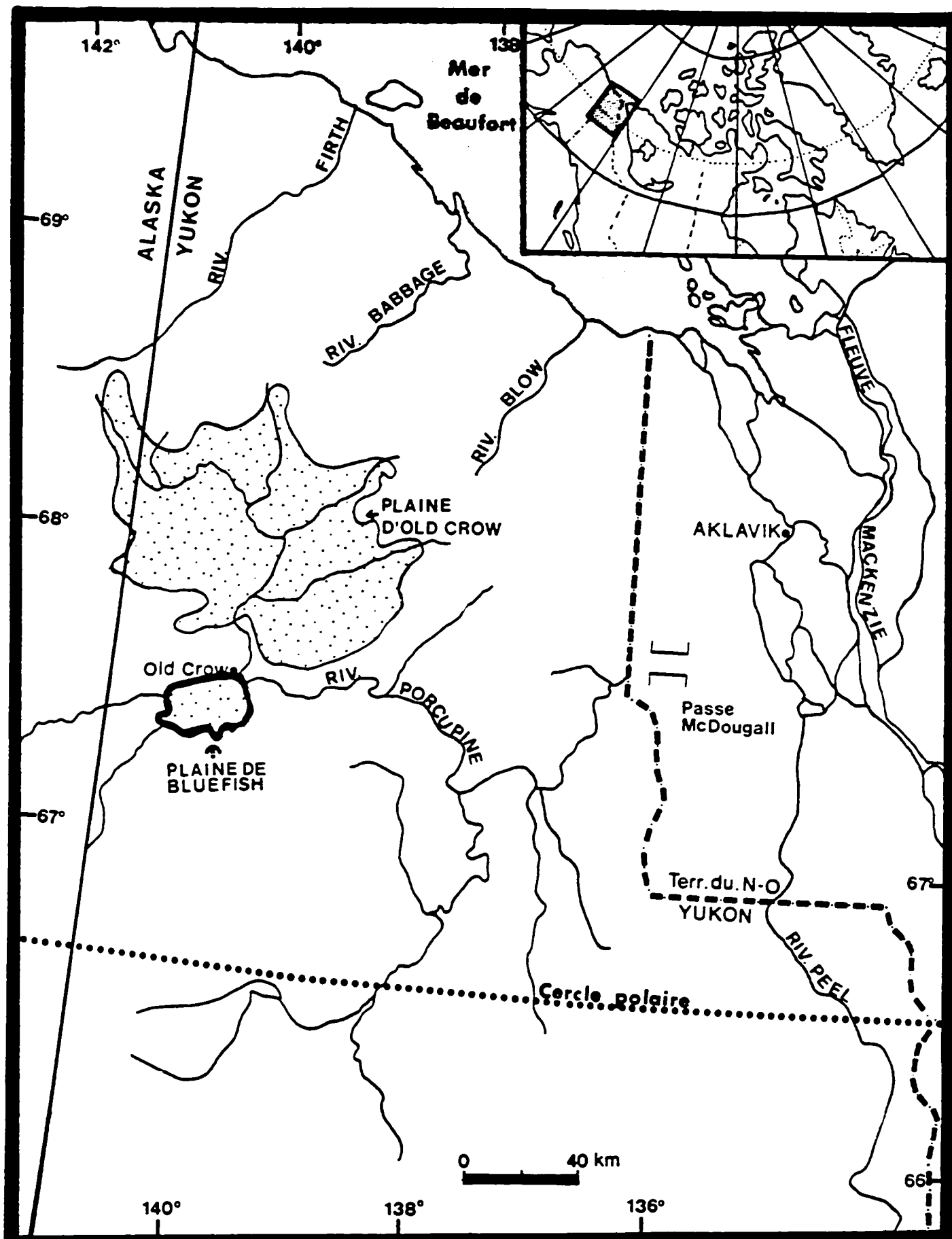


Figure 1.1: Carte de localisation

SITES ÉCHANTILLONNÉS

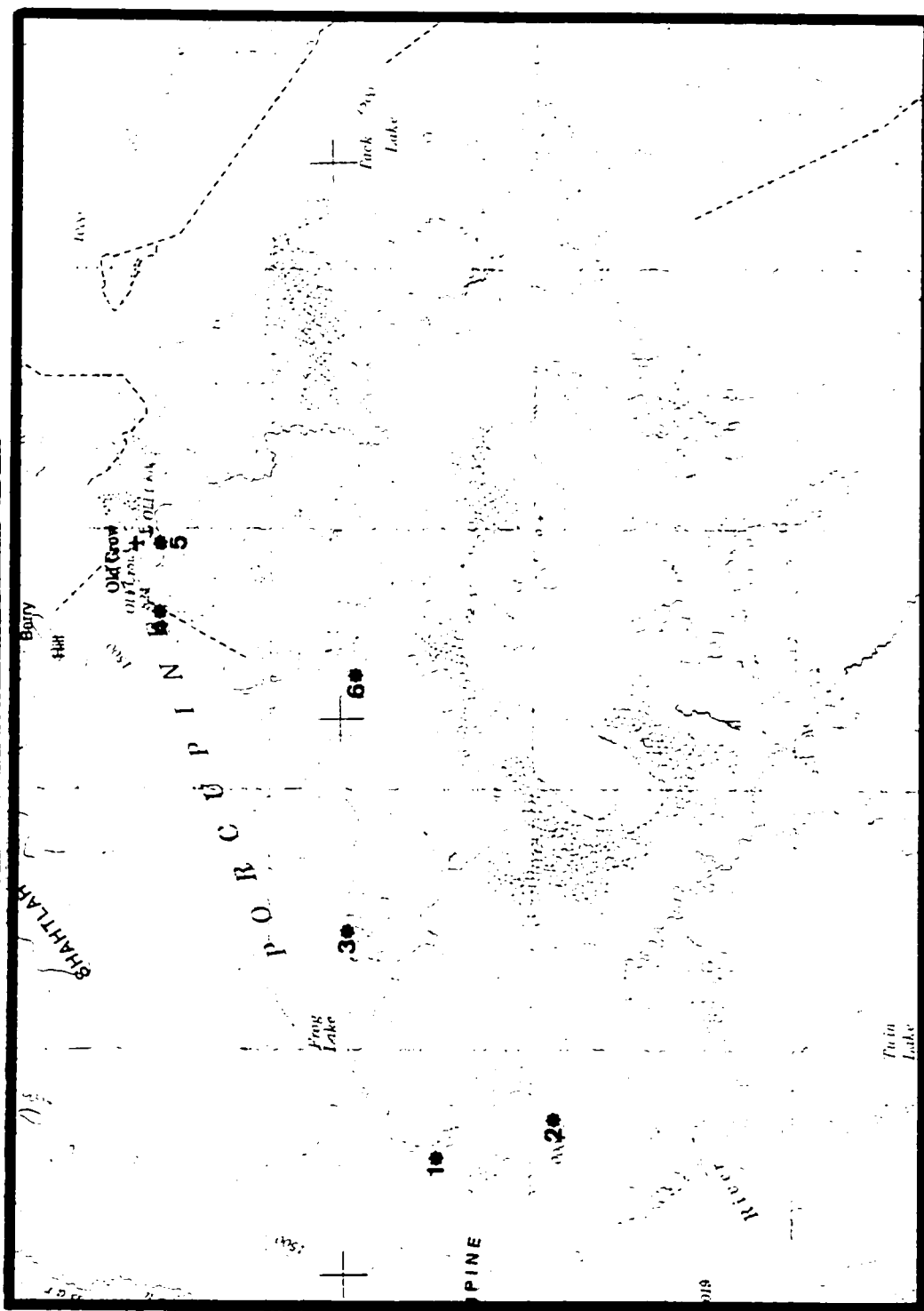


Figure 1.2: Localisation des sites échantillonnés le long de la rivière Porcupine

OLD CROW
YUKON TERRITORY TERRITOIRE DU YUKON

Scale 1:250 000 Échelle

1.2.1 Topographie et géologie

La rivière Porcupine prend naissance dans les monts Ogilvie, région montagneuse formée lors de l'orogénèse de Laramide (Norris, 1976). Elle traverse la plaine de Bluefish en dessinant de nombreux méandres, formés par une réduction de la pente topographique (photo 1.1). Les rivières Old Crow et Bluefish représentent les deux des principaux affluents de la rivière Porcupine dans la plaine. La rivière Old Crow est cependant beaucoup plus importante que la rivière Bluefish. Au nord, cette plaine est bordée par le batholite d'Old Crow qui culmine à 1065 m et par le mont Schaeffer qui atteint 750 m d'altitude. Ce dernier est formé de quartzite. Leur contact avec la plaine s'effectue par l'intermédiaire d'un pédiment (photo 1.2). Au sud, se dressent les monts Keele (sous-région des monts Ogilvie) qui atteignent entre 800 m et 900 m d'altitude. Ils sont constitués de roches sédimentaires (des grès et des calcaires) de la formation de Gossage Ogilvie (Norris, 1976) (figures 1.3a et 1.3b).

En ce qui concerne l'aspect tectonique, une faille d'envergure, la faille Kaltag, traverse d'ouest en est la plaine de Bluefish. Une deuxième faille d'importance, la faille Yukon, parallèle à la précédente, se situe au sud de la plaine de Bluefish. On trouve la roche mère en périphérie de la plaine qui est partiellement recouverte d'une mince couche de colluvium ou encore de matières organiques.

1.2.2 Paléo-drainage

Jusque vers la fin du Pléistocène, le drainage de la plaine de Bluefish s'effectuait

73-12 27/8/76

873-12-32 500-



Plaine
de
Bluefish

Photo 1.1: Image satellite de la plaine de Bluefish (Centre canadien de Télédétection, 1976)

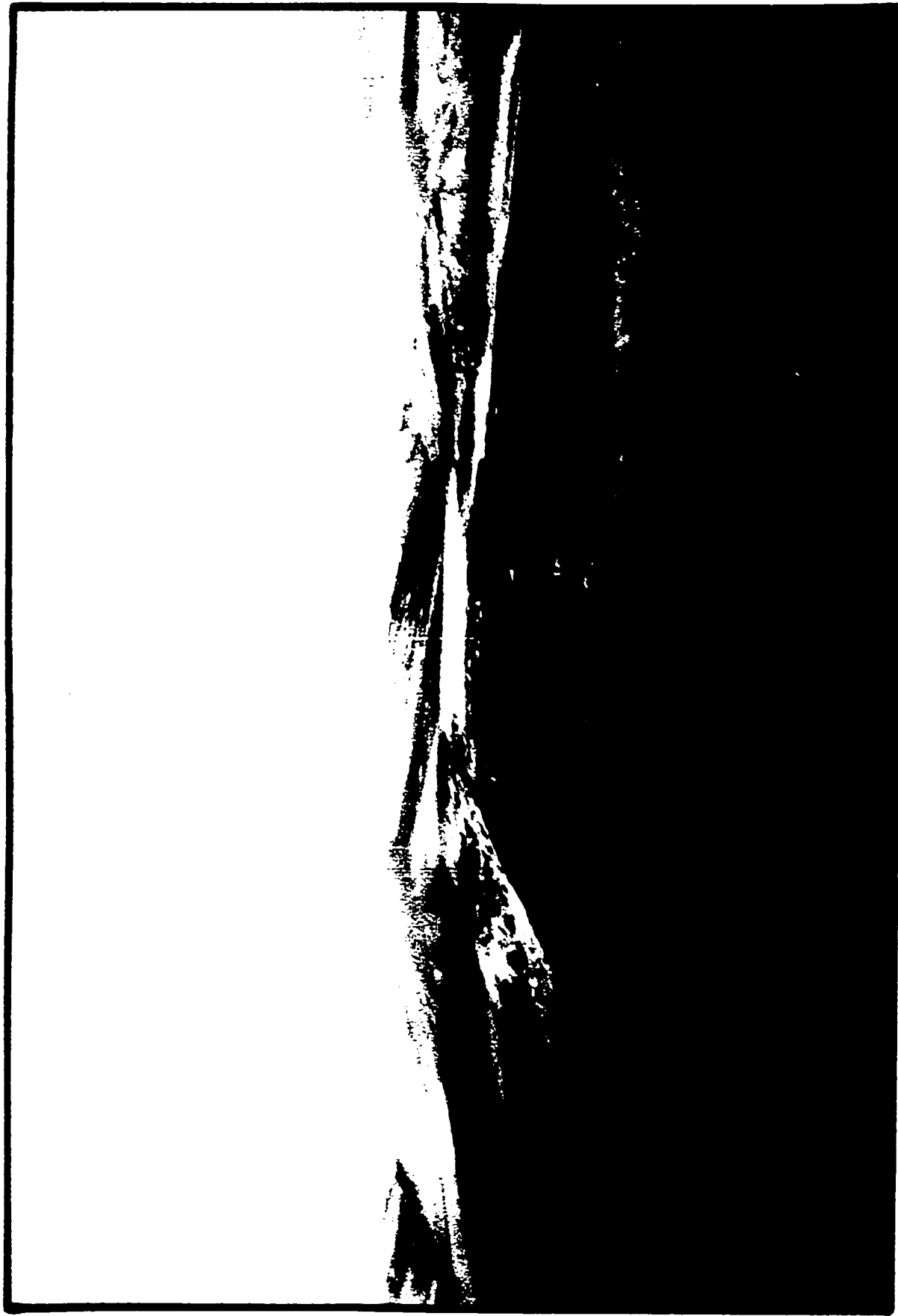
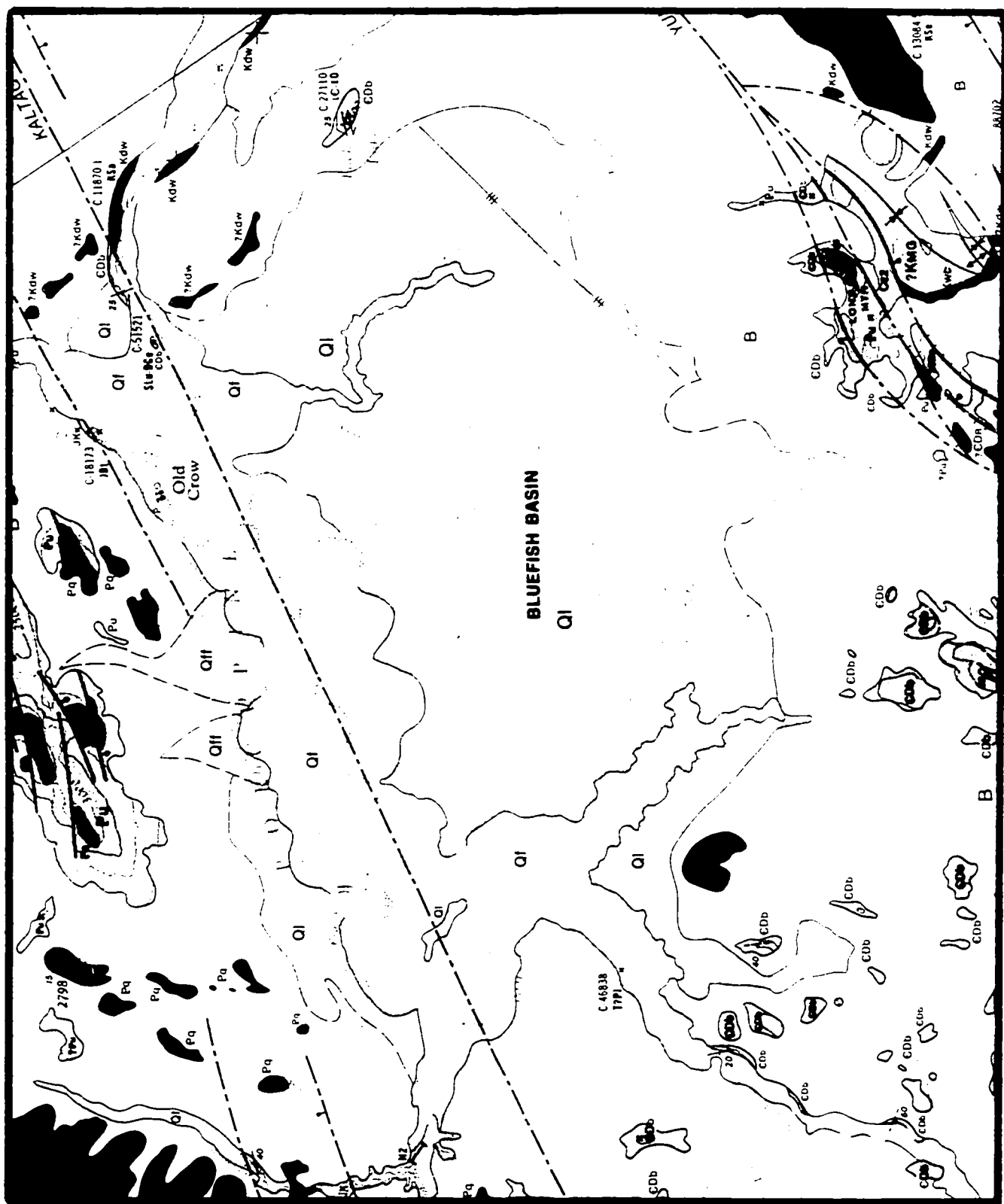


Photo 1.2: Pédiment de Bluefish



LÉGENDE

QUATERNAIRE

PLÉISTOCÈNE ET HOLOCÈNE

- | | |
|------------|---|
| Ql | Dépôts lacustres et dépôts fluviatiles secondaires; argile, limon, sable et gravier généralement recouverts de matières organiques. |
| Qf | Dépôts fluviatiles; limon, sable et gravier en partie recouverts de matières organiques. |
| Qff | Dépôts fluviatiles, plaine d'épandage; limon, sable et gravier en partie recouverts de matières organiques. |
| B | Pédiments, roche mère en partie recouverte de matières organiques. |

CRÉTACÉ SUPÉRIEUR

- | | |
|------------|---------------------------------|
| Kdw | Dépôts marins; grès et schiste. |
|------------|---------------------------------|

CRÉTACÉ INFÉRIEUR

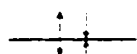
- | | |
|---------------|---|
| Jk-JKk | Dépôts marins; schiste, siltstone. |
| Kwe | Dépôts marins et non-marins; calcaire, grès, charbon. |

CAMBRIAN SUPÉRIEUR ET DÉVONIEN INFÉRIEUR

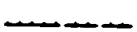
- | | |
|------------|--|
| Cdb | Dépôts marins; calcaire, dolomie, schiste. |
|------------|--|

PRÉCAMBRIEN

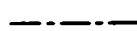
- | | |
|-----------|--|
| Pq | Quartzite et argilite. |
| Pu | Dépôts marins (?) ; siltstone, quartzite, dolomie. |



Anticlinal, synclinal.



Escarpeement de faille.



Faille.



Limite géologique.



Prolongement d'une faille (cercle noir indique la direction de la pente).

Figure 1.3B: Légende pour la carte géologique (Norris, 1976).

vers l'est, à travers les Monts Richardson par le col McDougall (Duk-Rodkin et Hughes, 1992). Selon ces auteurs, ce n'est que lors de la dernière glaciation au Wisconsinien supérieur que les glaces laurentidiennes en provenance de l'est atteignirent cette chaîne de montagnes, laquelle s'élève à plus de 1200 m par endroits, agissant ainsi comme un énorme barrage naturel (figure 1.4). Ce blocage favorisa le développement du lac pro-glaciaire Old Crow. La rivière Peel, bloquée elle-même, donna naissance à un lac (le lac Hughes) qui se déversa dans la rivière Eagle en creusant une longue vallée. Cette vallée, comme celle de la Passe McDougall, n'est plus parcourue que par des ruisseaux. Après avoir atteint la côte de 350 m d'altitude, les eaux débordèrent vers l'ouest et creusèrent un canyon. Ce canyon appelé "Ramparts" se situe entre la plaine et la frontière canado-américaine. Ayant atteint l'altitude de 300 m, un drainage permanent fut établi en direction de l'ouest. En effet, le lit de la rivière était inférieur à 300 m d'altitude alors que la Passe McDougall se situait à 317 m d'altitude.

Ce scénario de la capture de la rivière Porcupine par le fleuve Yukon est largement accepté sauf que pour Thorson et Dixon (1983) et Catto (1996) la chronologie proposée n'est pas la même. En effet, Thorson et Dixon (1983) identifient au moins trois épisodes glacio-lacustres. Un serait plus ancien que 32 ka B.P.: il serait responsable de la mise en place des plus hautes plages des plaines Old Crow et Bluefish ainsi que des terrasses de 350 m dans la vallée des Ramparts. Un autre épisode se serait produit vers 32 ka B.P. Un troisième aurait eu lieu vers 20 ka B.P. et se serait terminé vers 13 ka B.P. Cette chronologie implique évidemment que la Passe McDougall ait été bloquée à trois reprises. Une fois avant 32 ka B.P., une autre fois vers 32 ka B.P. et une dernière fois entre 20 et 13 ka B.P. Les travaux de Catto (1996) semblent confirmer qu'effectivement la Passe McDougall a été englacée au

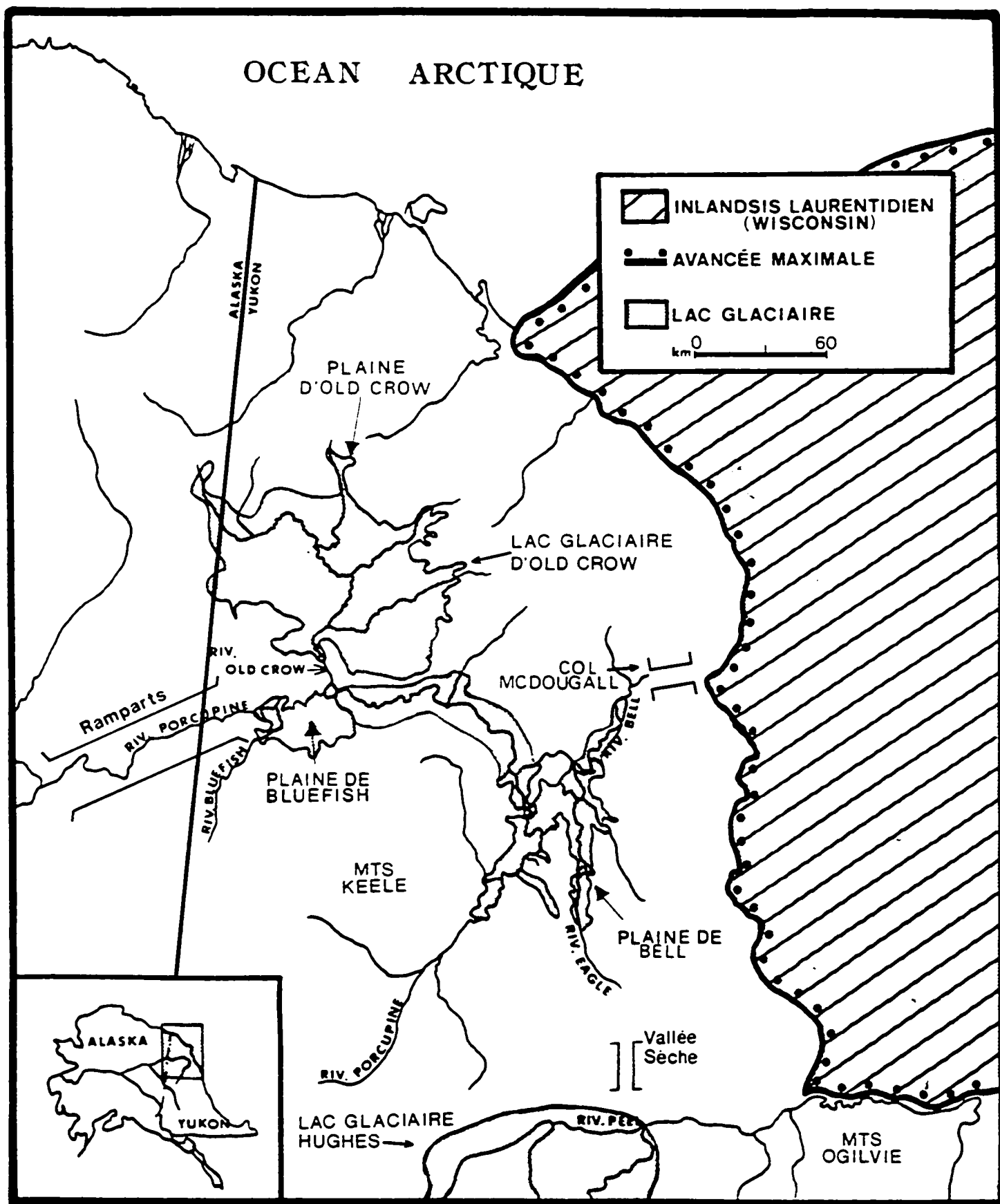


Figure 1.4: Cadre paléo-géographique de la région étudiée (Lemmen et al., 1994)

moins à deux reprises à la fin du Pléistocène: une fois au Wisconsinien inférieur puis un deuxième fois au wisconsinien supérieur. D'après les cartes de Catto (1996), le lac Old Crow n'aurait existé que lors de la dernière avancée glaciaire. Lauriol *et al.* (1997) proposent une troisième histoire du drainage de la rivière Porcupine et plus particulièrement du creusement des Ramparts entre 350 m et 300 m d'altitude. Ils considèrent qu'une première inondation s'est produite vers 70 ka B.P. suite à l'avancée de l'inlandsis laurentidien contre les monts Richardson. Le déversement des eaux de ce premier lac aurait permis un creusement d'une dizaine de mètres des Ramparts (de 350 à 340 m). Le retrait du front glaciaire dans la vallée du Mackenzie aurait provoqué une vidange brutale (Jökulhlaups) du lac vers la vallée du Mackenzie et le rétablissement du drainage de la Porcupine vers l'est. Vers 32 ka B.P., une deuxième avancée glaciaire aurait entraîné l'inondation des plaines Bell, Old Crow et Bluefish tel que cartographié par Hughes (1971). La rivière Porcupine aurait alors creusé la vallée des Ramparts de 335 m à 300 m en moins de 3000 ans. Vers 22-20 ka B.P., les datations Tl sur les paléoplages de la plaine Old Crow indiquent en effet qu'à cette date le niveau du lac était très réduit: quelques mètres de profondeur. Un autre argument en faveur d'une vidange précoce est le fait que Lemmen *et al.* (1994) et Catto (1996) considèrent que les glaces se sont retirées de la Passe McDougall vers 21 ka B.P. Mais à ce moment là, la rivière Porcupine avait creusé à une altitude inférieure à 314 m les Ramparts, si bien que l'écoulement des eaux vers l'ouest s'est maintenu. De 20 à 14 ka B.P., le lac était à peu près à sec et le creusement des Ramparts réduit. C'était une époque très froide avec des activités loessiques intenses qui suggèrent un climat sec. Vers 14 ka B.P., l'activité de la rivière reprend comme l'indique la datation par thermoluminescence effectuée par Cabana (inédit) à l'entrée des Ramparts. Dans la

plaine d'Old Crow, une datation sur des coquillages *Anadonta beringina* faite par Harington (1977) indique que vers 11 ka B.P. la rivière a atteint un niveau voisin de l'actuel, ce qui indique un taux de creusement très rapide à partir du moment où l'activité fluviale a repris. Lauriol *et al.* (1997) l'explique principalement par le fait que la section des Ramparts qui restait à creuser vers 14 ka B.P. était réduite à seulement quelques kilomètres. Notre thèse essaie de retracer les étapes du creusement dans la plaine de Bluefish à partir de cette époque.

1.2.3 Stratigraphie

Les étapes du paléodrainage du bassin de la rivière Porcupine vont laisser des traces dans la plaine de Bluefish, et plus particulièrement dans la stratigraphie. Celle-ci est connue grâce à plusieurs coupes naturelles. Celle de Ch'ijee Bluff, à 11 km en aval du village d'Old Crow, est la plus célèbre. D'après Hughes *et al.* (1989) il existe huit unités distinctes (figure 1.5).

D'abord, nous retrouvons une argile d'origine lacustre (unité 1) qui démontre par endroit des signes d'oxydation ferrugineuse laissant présager une exposition à l'air par le passé. La seconde unité stratigraphique (unité 2) comprend des argiles glacio-lacustres remaniées provenant de l'unité 1. La présence d'une aimantation inverse confère à cette argile un âge supérieur à 1,2 Ma (Westgate, 1986). Ces dépôts sont recouverts d'une importante couche de sédiments alluviaux composés d'un mélange de sable, de limon et de matières organiques (unités 3 à 5). À l'intérieur de ces unités on trouve des ossements, des macro-restes, le tephra d'Old Crow ainsi que des pseudomorphes de coins de glace. Ces sédiments, surtout d'origine fluviale, contiennent une discordance. Morlan (1980) l'a

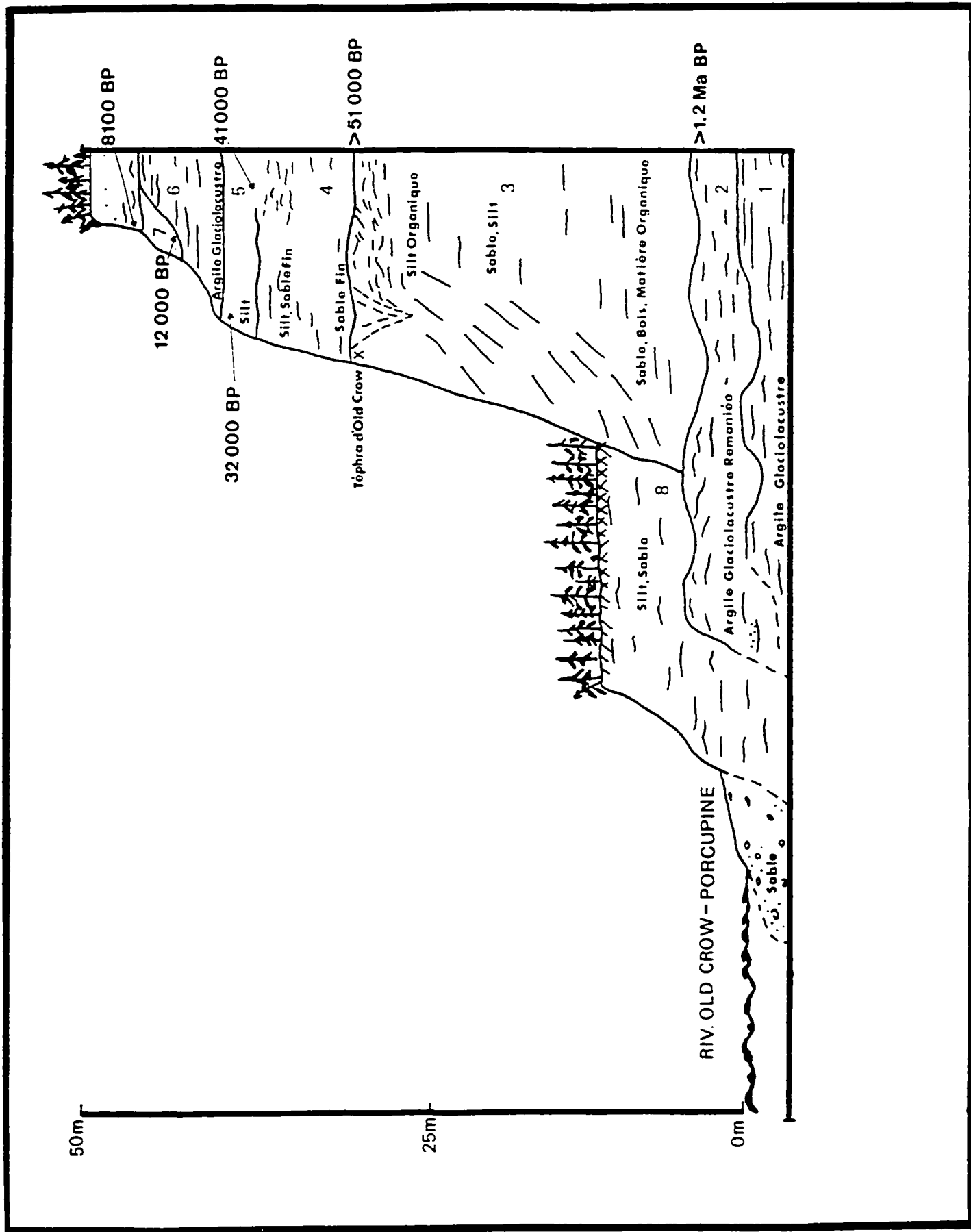


Figure 1.5: Coupe stratigraphique composite des berges de la rivière Old Crow, dans le nord du Yukon (Morlan, 1980, Hughes et al., 1989). L'unité 8 constitue la terrasse étudiée.

désignée du nom de “Discordance A”. Les sédiments fluviaux sont recouverts par une épaisse couche d’argile grise inorganique d’origine glacio-lacustre (unité 6). Cette argile fut déposée dans le vaste lac pro-glaciaire mis en place au Wisconsinien supérieur lors de l’avancée de l’inlandsis laurentidien et dont il a été question au point 1.2.2. L’unité 7 correspond à la première manifestation fluviale post-lacustre. En effet, on est en présence de sédiments fluviaux dans lesquels une date de 12 ka B.P. a été acquise. Cette date a été obtenue à partir de restes de végétaux récoltés près du sommet d’une coupe le long de la rivière Old Crow (Hughes *et al.*, 1989). C’est vers la même époque que se forment les tourbières d’après Ovenden (1986). La rivière va alors creuser et mettre en place la basse terrasse qui constitue l’unité 8. Elle a été un peu étudiée par les archéologues notamment en amont du village d’Old Crow, à Kloo Kot, où existent de nombreux vestiges associés à la chasse aux cariboux (Morlan, 1980). Ensuite Thorson et Dixon (1983), l’ont décrite en Alaska dans les termes suivants:

“The Holocene floodplain is the most continuous terrace in the lower Porcupine valley... It is the best developed where the valley is widest, reaching its greatest expression in the Yukon Flats. Overbank sediments, which make up the bulk of the flood-plain deposits, generally consist of about 5 to 6 m of horizontally interbedded sands and silts with common redeposited organic layers. Gravel indistinguishable from that of the modern river is occasionally visible below the overbank sediments. Portions of the Holocene flood plain that are slightly elevated above the active flood plain commonly show large thaw lakes in varying stages of development and, less commonly, ice-wedge polygon microtopography”.

1.3 CLIMAT

1.3.1 Histoire du climat depuis 14 ka B.P.

Avant d'étudier l'histoire de la rivière Porcupine depuis 14 ka B.P., on tente de faire une synthèse de l'histoire du climat depuis cette date qui est considérée dans cette région comme la fin de l'âge glaciaire et qui dans la chronologie isotopique est à la transition entre les stades 2 et 1. L'histoire du climat est importante car la question d'un contrôle climatique pour la formation des terrasses dans le monde, depuis 14 000 ans est un sujet controversé (Bull, 1991). C'est ainsi qu'en Europe, Becker et Havlick (dans Ehlers, 1996) considèrent qu'il n'y a pas eu de véritables ruptures d'équilibre pendant l'Holocène. Il y aurait eu un continuum dans les conditions fluviales. En revanche, Starkel (1983) et Schirmer (dans Ehlers, 1996) favorisent clairement un contrôle climatique pour l'édification des terrasses.

En Amérique du nord, Knox (1983) a résumé l'état des recherches à l'époque et il considère que le développement des rivières a été contrôlé par le climat. Le réchauffement rapide entre 10 et 8 ka B.P. a favorisé une importante sédimentation dans la plupart des régions. Pendant la période suivante, les rivières dans le sud-ouest des États-Unis ont connu une période d'incision, tandis que dans les Prairies celle-ci a été peu prononcée et non existante dans les zones forestières de l'est. Une phase d'alluvionnement a suivi. À partir de 6 ka B.P., les rivières ont connu une période de migration latérale des chenaux. La raison pour ce changement aurait été une augmentation des précipitations et des inondations. Entre 3 000 et 1 800 B.P., il y a eu à nouveau incision. Depuis, l'activité fluviale a été stable sauf que depuis quelques siècles l'activité humaine joue un rôle déstabilisateur.

La revue de littérature faite par Knox (1983) ne concerne pas les régions de pergélisol en Amérique du nord. Néanmoins, elle montre à quel point le climat pourrait influencer la dynamique fluviale. À ce titre, nous devons donc présenter l'histoire du climat dans la région étudiée ou les régions adjacentes avant d'étudier les terrasses de la rivière Porcupine. La palynologie fournit une première source d'information. Edwards et Barker (1994) ont fait une synthèse des résultats acquis par cette méthode. Ils distinguent au cours des derniers 14 000 ans quatre "épisodes climatiques" pour le nord du Yukon et de l'Alaska (tableau 1.1). Le premier épisode se situe entre 14 000 B.P. et 10 000 B.P. Il se caractérise par un climat froid et sec où le bouleau (*Betula*), le saule (*Salix*) et le peuplier (*Populus*) dominent les spectres polliniques. Le deuxième épisode correspond au début de l'Holocène, soit entre 10 000 B.P. et 8 000 B.P. Il est marqué par un climat chaud et sec correspondant à l'optimum climatique (Ritchie, 1984). Ce réchauffement se confirme par l'augmentation de l'épinette (*Picea glauca*) ainsi que du genévrier (*Juniperus*) vers 9 000 B.P. Le troisième épisode, se situant entre 8 000 B.P. et 5 000 B.P., est celui de l'Holocène moyen: des conditions humides et des températures chaudes dominent. L'aulne (*Alnus*) et l'épinette noire (*Picea mariana*) représentent les essences dominantes. Enfin, un quatrième épisode se situe entre 5 000 B.P. et aujourd'hui, caractérisé par des conditions climatiques stables semblables à celles que l'on trouve actuellement.

PÉRIODES (années B.P.)	CONDITIONS CLIMATIQUES	ESSENCES DOMINANTES
5 000 à aujourd'hui	conditions actuelles	épinette noire, bouleau, aulne
5000 à 8 000	chaud et humide	aulne, épinette noire
8 000 à 10 000	chaud et sec	épinette, genévrier
10 000 à 14 000	froid et sec	bouleau, saule, peuplier

Tableau 1.1: Variations climatiques et essences dominantes d'après Edwards et Barker (1994).

La deuxième source d'information pour reconstituer le climat est fournie par l'histoire du pergélisol. Burn (1994) en a fait un historique qui couvre tout le Quaternaire. Au cours de la période qui nous concerne, il y aurait eu vers 9 000 B.P. une augmentation de l'épaisseur de la couche active, dans la région de Mayo et le long de la côte de la mer de Beaufort. Le réchauffement du climat aurait favorisé la mise en place des lacs thermokarstiques. C'est peut-être aussi le cas dans vallée de la rivière Porcupine: Thorson et Dixon (1983) notent que ces lacs se situent un peu au dessus du lit majeur actuel. Cette période chaude aurait duré jusque vers 8 000 à 7 500 B.P. Le climat se serait ensuite refroidi surtout vers 5 000 et 4 500 B.P. Dans le sud du Yukon, Guerts et Dewez (1985) ont également démontré que c'est vers cette époque que s'est édifié le pingo d'Aishihik.

1.3.2 Climat et hydrologie

La région d'Old Crow se situe à l'intérieur de la zone climatique *Porcupine-Peel* telle que définie par Environnement Canada (1987). Cette division climatique se caractérise par un climat de type continental subarctique où la température moyenne annuelle est voisine de -10,1° C. Son climat est donc sévère, dominé par de longs hivers ayant peu de lumière

et par de courts étés ensoleillés. En chiffres absolus, les températures moyennes pour l'hiver peuvent facilement descendre sous -30°C (la température moyenne en janvier est de $-33,1^{\circ}\text{C}$). En revanche, les températures moyennes pour l'été peuvent légèrement être supérieures à 13°C (la température moyenne en juillet est de $14,2^{\circ}\text{C}$) (Wiken *et al.*, 1981). Ces écarts de température résultent en une amplitude thermique annuelle considérable, soit de 50°C . Bref, de telles conditions favorisent le développement d'un pergélisol continu. En ce qui concerne les précipitations annuelles, elles sont faibles en raison des basses températures et des basses humidités relatives (figure 1.6). Ces précipitations atteignent 215 mm/an, la moitié tombant sous forme neigeuse. Les mois de juin et d'août correspondent aux saisons de pluie tandis que les mois de janvier, février et avril représentent les temps de l'année montrant de faibles précipitations. Les vents, généralement calmes, s'associent aux divers courants d'air arctique mais avec une dominance du S-O et du N-O (Environnement Canada, 1982).

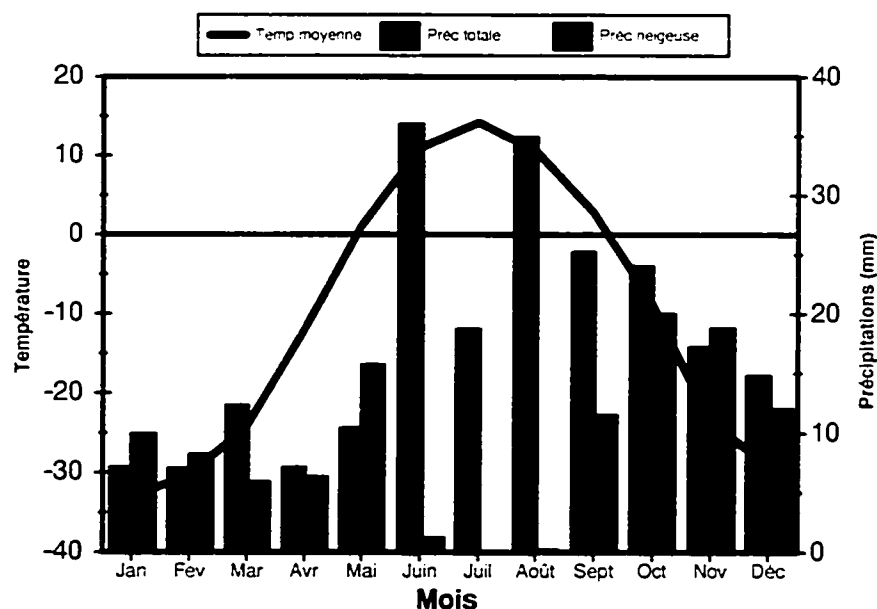


Figure 1.6: Normales climatiques pour Old Crow (Environnement Canada, 1982).

En raison des diverses saisons, le débit de la rivière Porcupine, dont le bassin mesure 61 100 km² en territoire canadien, connaît des variations considérables au cours de l'année (figure 1.7). Les mois de mai et de juin représentent la période de l'année où le débit se situe à son plus haut niveau, soit 968 m³/sec et 1190 m³/sec respectivement (valeurs moyennes entre 1961 et 1986). Ces valeurs s'expliquent par les crues printanières qui inondent une bonne partie de la basse terrasse. Une des dernières grandes crues s'est produite en 1991. Elle a provoqué d'importants dégâts au village d'Old Crow, celui-ci se trouvant dans la zone inondable par les crues exceptionnelles. Les inondations annuelles déposent des quantités considérables de sédiments. Elles charient aussi des blocs de glace qui peuvent endommager la végétation présente (photo 1.3). De plus, elles provoquent une thermo-érosion importante le long de la basse terrasse (photos 1.4a et 1.4b). Pendant plusieurs années, le village a été menacé par l'érosion des berges. Cooper et Hollingshead (1973) exposent le problème:

“À la hauteur du village d'Old Crow, la basse terrasse s'élève à plus de 9 m au-dessus du lit de la rivière lorsqu'elle est à son plus bas niveau. À cet endroit, la partie basale de la coupe contient du gravier et du sable (3 m d'épaisseur) tandis que la partie sommitale renferme du matériel fin (6 m d'épaisseur). Au sommet de la terrasse, la couche active varie entre 0,3 m et 1 m d'épaisseur.

À cet endroit, la basse terrasse fait l'objet d'érosion considérable, ce qui explique le caractère dénudé de la terrasse. En fait, les autorités locales rapportent que la terrasse a reculé de 1,8 m en 1971 et de 2,1 m en 1972. L'érosion maximale aurait été enregistrée entre 1960 et 1971 avec un recul de 10 m. L'érosion se fait principalement lors des crues printanières auxquelles sont associées les glaces de fonte qui agissent comme agents érosifs. La construction de l'aéroport en 1970 serait également responsable pour l'érosion de la basse terrasse. Depuis sa construction, le drainage est dirigé vers la terrasse du village ce qui contribue à l'érosion de celle-ci”.



Photo 1.3: Sédiments déposés lors d'une crue printanière sur la basse terrasse de la rivière Porcupine. Au premier plan, on distingue sur l'arbre une entaille faite par les blocs de glace.



Photo 1.4a: Coin de glace mis en évidence par l'érosion thermokarstique (juin 1991)



Photo 1.4b: Niche d'érosion thermokarstique (juin 1991)

Church (dans Baker *et al.* 1988) a fait une synthèse des conséquences géomorphologiques des crues printanières. D'après lui, c'est lors de ces crues que les rivières arctiques transportent la plus grande partie de leurs sédiments et engendrent les plus grands changements le long des cours d'eau. Le long de la rivière Porcupine, la crue de 1991 a fait suffisamment reculer les berges pour provoquer la vidange d'un des grands lacs thermokarstiques de la plaine alluviale et le recouplement de trois anciens chenaux. Nous avons aussi pu visiter au cours de notre saison de terrain un bras mort de la rivière Old Crow qui s'était vidangé moins d'un mois avant notre arrivée au village. Ce bras long de 300 m, large de 100 m et profond de 2 à 3 m s'est vidé en 2 ou 3 jours. Lors d'évènements semblables, le phénomène le plus notable demeure l'apport considérable de sédiments en suspension dans la rivière Porcupine. En plus des crues printanières, les rivières arctiques et subarctiques peuvent connaître des crues estivales. Quand il pleut pendant plusieurs jours dans les monts Ogilvie, la rivière Porcupine augmente de débit mais sans jamais atteindre un niveau pareil à celui des crues printanières.

Pour leur part, les mois d'hiver se situant entre janvier et avril représentent le temps de l'année où le régime est à son plus faible niveau soit 21,6 m³/sec, 18,7 m³/sec, 16 m³/sec et 16,9 m³/sec respectivement (valeurs moyennes entre 1961 et 1986).

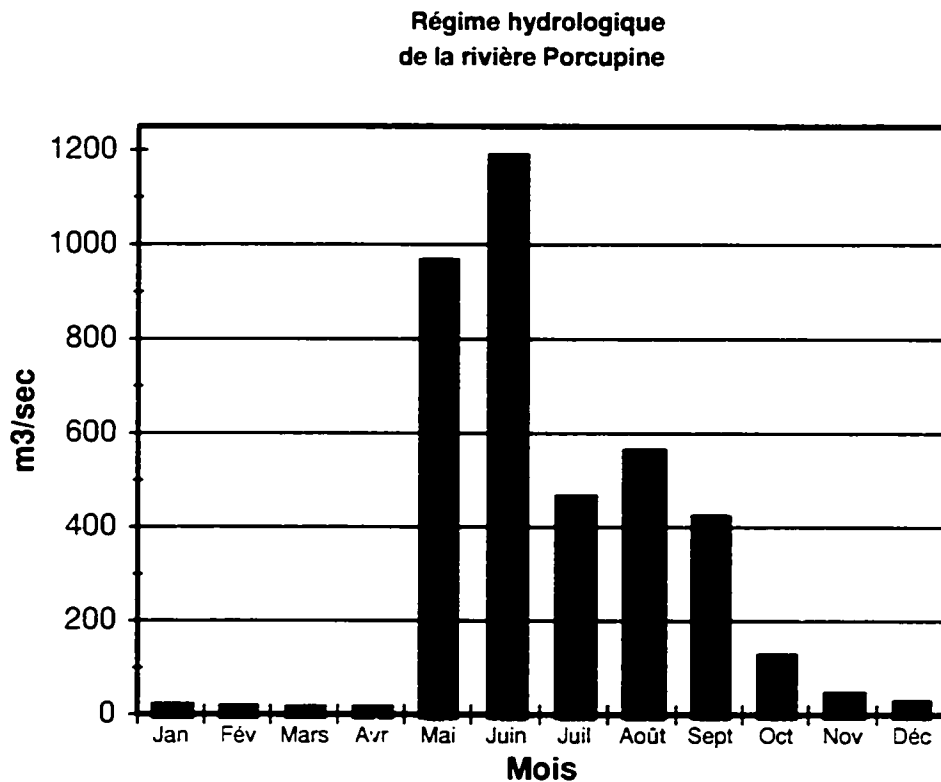


Figure 1.7: Débit moyen mensuel de la rivière Porcupine à Old Crow (Environnement Canada, 1988).

1.4 VÉGÉTATION

La végétation du bassin de Bluefish correspond à la forêt boréale. Cette végétation renferme une grande variété d'espèces: l'épinette noire (*Picea mariana*), le bouleau (*Betula glandulosa*) et l'aulne (*Alnus crispa*). Précisons que lorsque les sols deviennent graveleux, offrant ainsi un meilleur drainage, le peuplier (*Populus balsamifera*) et le bouleau (*Betula papyfera*) s'ajoutent au nombre des essences dominantes (figure 1.8). En ce qui a trait au sol, celui-ci se recouvre généralement de thé du Labrador (*Ledum palustre*), de lichens (*Cladonia*

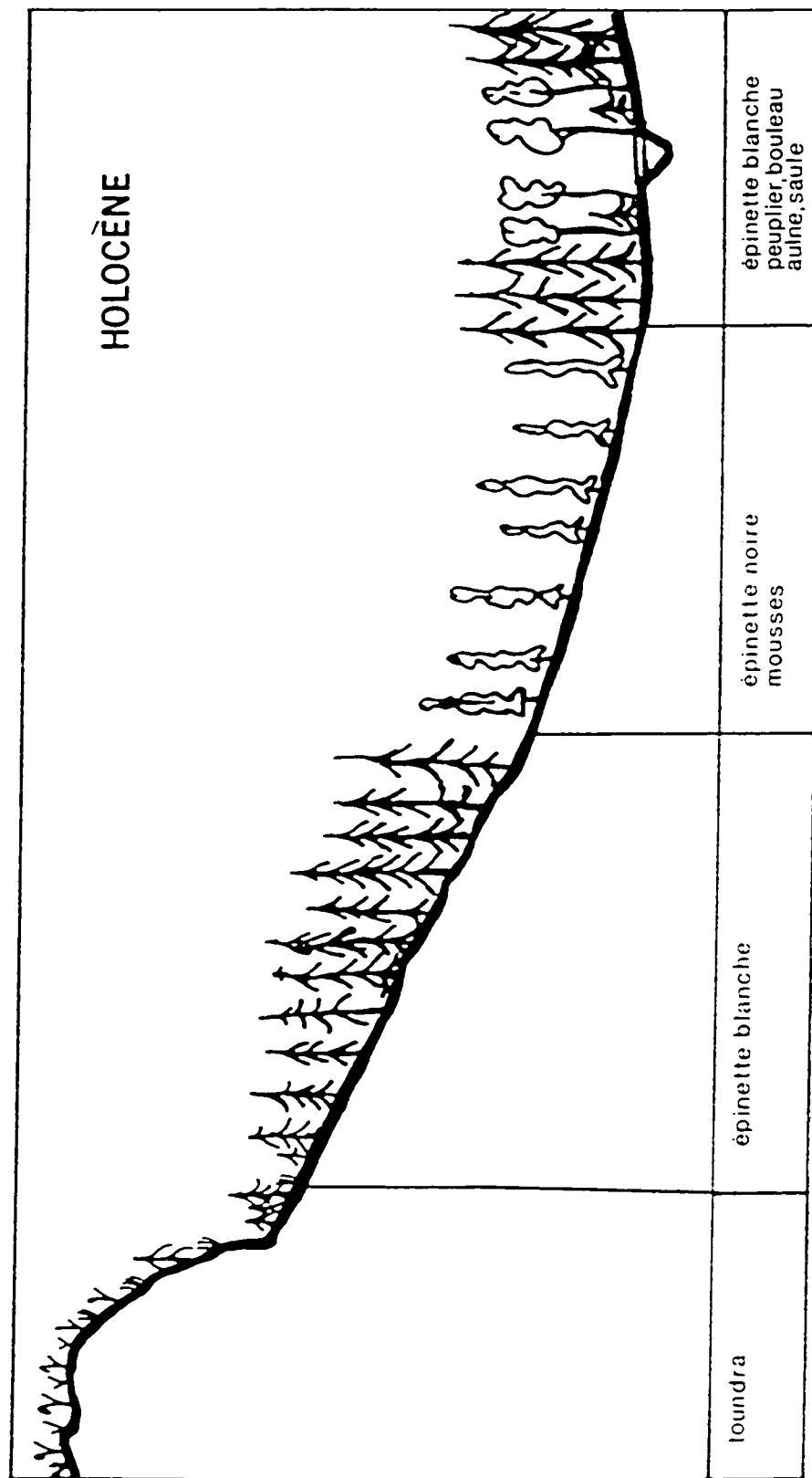


Figure 1.8: Distribution des essences dominantes le long de la rivière Porcupine (Ritchie, 1984)

et Cladina), de mousses (*Sphagnum*) et d'herbes (Ritchie, 1984). La courte durée de l'été associée aux faibles précipitations et au pergélisol restreignent la croissance des arbres à quelques mois par année. Par conséquent, les arbres sont généralement de petite taille malgré leur âge avancé.

La distribution de la végétation sur la basse terrasse est directement influencée par les cycles hydrologiques de la rivière Porcupine. En effet, la figure 1.9 montre la distribution de la végétation à l'intérieur de la zone inondable. On distingue 4 zones de végétation auxquelles on associe un niveau d'inondation précis: une première zone qui comprend le saule (*Salix*) sous l'influence des trois niveaux de crue, mineure, majeure et exceptionnelle; une seconde qui comprend l'aulne (*Alnus*) et le saule (*Salix*) affectée par les crues majeures et exceptionnelles; la troisième recouverte de peuplier (*Populus*) correspond aux crues exceptionnelles; et finalement, la quatrième zone située à l'extérieur de l'aire inondable où l'on trouve l'épinette (*Picea*). Dans la région étudiée, la zone du saule (*Salix*) est parfois totalement dénudée de végétation. On n'a pas d'explication précise pour ce phénomène, sauf qu'il peut s'agir d'une zone qui a été brûlée. Les morceaux de bois morts auraient par la suite été évacués.

CONCLUSION

La rivière Porcupine, qui prend naissance dans les monts Ogilvie, se caractérise principalement par ses nombreux méandres quand elle traverse la plaine de Bluefish. Cette plaine établie dans un bassin tectonique datant du Tertiaire a accumulé au cours du Cénozoïque des sédiments qui, à l'Holocène, ont été entaillés par la rivière. Notre thèse

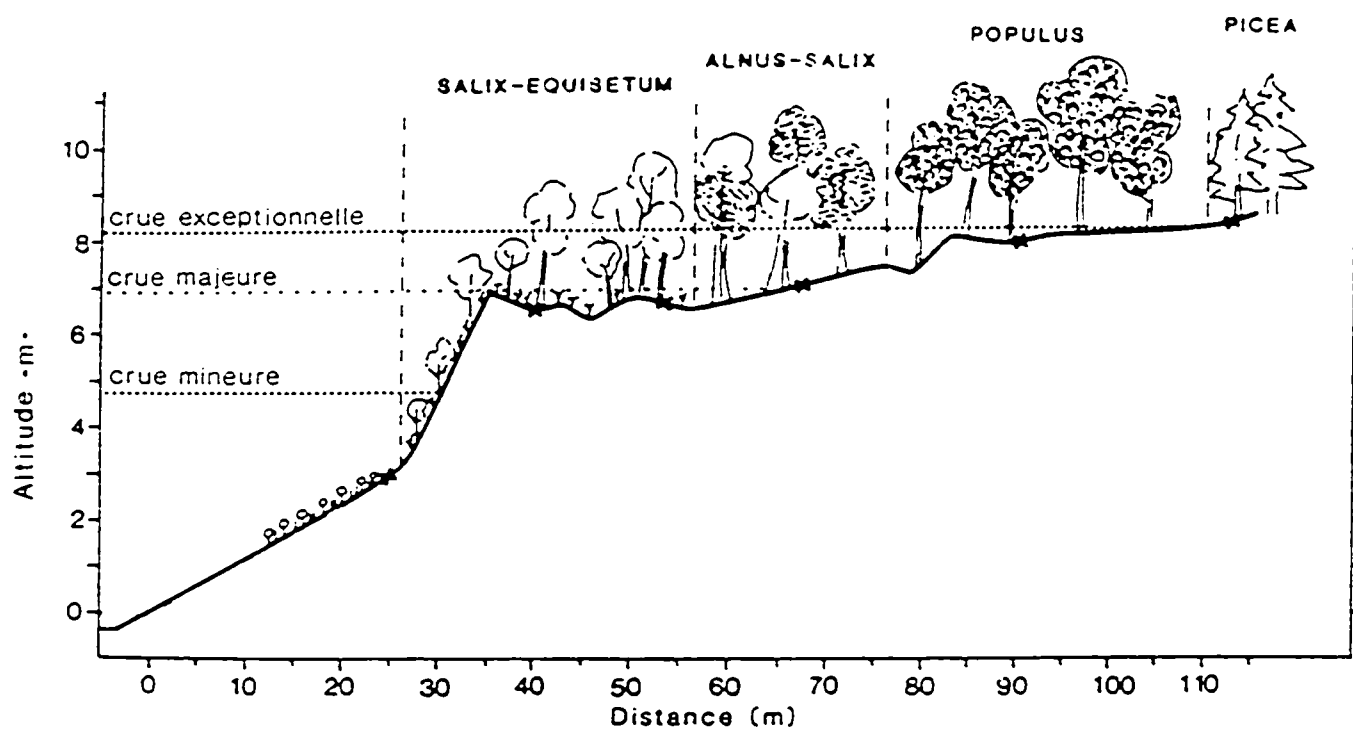


Figure 1.9: Distribution de la végétation à l'intérieur de la zone inondable le long de la basse terrasse de la rivière Porcupine (Pearce, 1993)

s'intéresse particulièrement à cette dernière époque. Le climat a connu des variations considérables depuis 14 000 ans, c'est-à-dire pendant le stade isotopique 1. Ces fluctuations ont surtout été mises en évidence par l'étude pollinique, mais ont cependant été d'une amplitude moindre que celles ayant prévalu entre le stade 2 et 1 (on est passé alors d'une période glaciaire à une période interglaciaire). Par ailleurs, on peut s'interroger sur les conséquences hydrologiques des fluctuations climatiques depuis 14 000 ans. La sédimentologie étant liée à l'hydrologie, on espère alors qu'en étudiant les graviers, les sables, les limons et les argiles de la vallée de la rivière Porcupine dans la plaine de Bluefish, il sera possible de répondre à cette question.

CHAPITRE 2

OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

2.1 INTRODUCTION

Le chapitre 2 décrit la méthodologie et les techniques utilisées pour comprendre l'histoire de la rivière Porcupine depuis 14 000 ans. Les divers auteurs qui ont tenté de reconstruire les étapes de l'évolution holocène des cours d'eau se sont généralement appuyés sur trois sources d'information: la cartographie par photo-aérienne, les datations radiocarbone et l'analyse des sédiments notamment leur structures sédimentaires et leur granulométrie. Baker *et al.* (1988) fournissent de nombreux exemples de cette démarche. Il existe aussi l'exemple des travaux de Church dans l'ouest canadien. Nous nous en sommes inspirés pour formuler nos objectifs de travail ainsi que les méthodes et techniques.

2.2 OBJECTIFS DE TRAVAIL

Les résultats acquis dans la plaine d'Old Crow indiquent que dans celle-ci le creusement fluvial a commencé vers 12 ka B.P. et que vers 11-10 ka B.P. il était terminé. Dans la plaine de Bluefish, le creusement par la rivière Porcupine aurait commencé un peu plutôt soit vers 14 ka B.P., d'après les datations acquises à l'entrée des Ramparts mais on ne sait pas à quelle date il se serait terminé. Cela pourrait-être à la même époque que dans la plaine d'Old Crow ou bien un peu plutôt. Un des objectifs de la thèse est de répondre à cette question.

La plaine alluviale façonnée par la rivière Porcupine a une géomorphologie caractéristique

de celles construites sous l'influence de la migration des méandres. On y retrouve tous les éléments de ce type de géomorphologie: méandres abandonnés, bras morts, levées etc. auxquels s'ajoutent ici les lacs thermokarstiques (photos 2.1 et 2.2). Ce type de géomorphologie est associée à une sédimentation plutôt fine, due à une diminution de la pente du talweg. Il se pourrait qu'après le creusement de la vallée c'est ce type de sédimentation qui a prévalu. Mais il se pourrait aussi qu'il y ait eu une sédimentation plus grossière intercalée entre la fin du creusement et la sédimentation telle qu'elle se produit actuellement. Répondre à cette question constitue notre deuxième objectif.

2.3 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie pour atteindre les deux objectifs comprend:

- 1-une étude des cartes et des photo aériennes,
- 2-un travail de terrain pour permettre:
 - a) un analyse des structures sédimentaires
 - b) un échantillonnage des sédiments pour des datations et des analyses granulométriques, et
- 3-une analyse statistique et une interprétation des résultats.

2.3.1 Photo-interprétation et cartographie

Il existe une série de photos aériennes en noir et blanc de la plaine de Bluefish à 1 : 49 000^e. Ce sont les photos A22879-48, A22880-150, A22880-197 et A22880-222. On a fait agrandir ces photos 4 fois pour avoir une meilleure vue du détail des formes. Par ailleurs, l'altitude de la plaine alluviale a pu être précisée grâce aux cartes topographiques à 1 : 50 000^e qui couvrent



Photo 2.1: Méandre caractéristique de la rivière Porcupine



Photo 2.2: Lac thermokarstique vidangé le long de la rivière Porcupine suite à l'érosion des berges. A l'arrière plan, on note la plaine de Bluefish.

la région et où l'équidistance des courbes de niveau est de 25 pieds.

2.3.2 Travail de terrain

La collecte d'échantillons sur le terrain a été faite au cours de l'été 1993. Elle s'est effectuée sur la basse terrasse de la rivière Porcupine, en aval du village d'Old Crow. La sélection des sites avait été préparée par photo-interprétation. Notre choix final a reposé sur les critères suivants:

Une accessibilité avec l'embarcation et une coupe naturelle assez bien nettoyée par la rivière. Les berges recouvertes par la végétation ou du matériel effondré n'ont pas été étudiées à cause du pergélisol qui empêchait de creuser.

Une distribution échelonnée de l'aval vers l'amont, afin de vérifier s'il n'y a pas eu une différence de sédimentation à l'intérieur du segment étudié situé entre l'embouchure de la rivière Old Crow et l'entrée des Ramparts.

Une distribution représentative des divers faciès granulométriques: on a dès le départ choisi des coupes de sédiments fins, moyens et grossiers.

Deux techniques ont été utilisées pour échantillonner dix sites; l'une consistait à prélever un échantillon pour chaque couche distincte d'une coupe donnée (5 sites) (photo 2.3) alors que l'autre visait l'extraction de carottes dans le but d'obtenir une séquence complète de la coupe (5 sites). Cette deuxième méthode a été employée uniquement lorsque le matériel était suffisamment consolidé (comme les limons) (photo 2.4). Ces carottes ont été transportées dans des boîtes de bois scellées afin d'assurer leur préservation. Des dix sites échantillonnés, six ont été retenus parmi lesquels il a été possible d'extraire 87 échantillons pour des fins d'analyses granulométriques (tableau 2.1). Le choix final des sites s'explique d'une part, par le bon état de conservation des sédiments prélevés, et d'autre part, par leur position géographique assurant une couverture complète



Photo 2.3: Exemple de matériel non-consolidé



Photo 2.4: Exemple de matériel consolidé

du transect étudié.

LISTE DES ÉCHANTILLONS		
COUPES	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	ÉCHANTILLONS
1 (12-6-A)	14	12-1A,12- 2A,12-3A,12-4A,12-5A,12-7A,12-8A, 12-9A,12-10A,12-11A,12-13A,12-14A,12-15A, 12-17A.
2 (13-6-A)	9	13-1A ,13-3A,13-4A,13-5A,13-6A,13-7A,13-8A, 13-9A,13-10A.
3 (13-1B)	13	13-1B,13-2B,13-3B,13-4B,13-5B,13- 6B,13-7B,13- 8B, 13-9B,13-10B,13-11B,13-12B,13-13B.
4 (18-1A)	8	18-1A,18-2A,18-4A,18-5A,18-6A,18-7A,18-8A, 18-10A.
5 (16-6-A)	29	16-A1-1,16- A1-2,16-A1-3,16-A1-4,16-A1-5,16-A1-6, 16-A1-7,16-A2-1,16-A2-2,16-A2-3,16-A2-4,16-A3-1, 16-A3-2,16-A3-3,16-A3-4, 16-A3-5,16-A3-6,16-A4-1, 16-A4-2,16-A4-3,16-A4-4,16-A4-5,16- A4-6,16-A5-1, 16-A5-2,16-A5-3,16-A5-4,16-A5-5,16-A5-6.
6 (21-6-A)	14	21-A1-1,21-A1-2, 21-A1-4,21-A1-5,21-A1-6,21-A1-7, 21-A2-1,21-A2-2,21-A2-3,21-A2-4,21-A2-5,21-A3-3, 21-A3-5,21-A3-6.

Tableau 2.1: Présentation des coupes et des échantillons.

En plus de l'échantillonnage on a porté beaucoup d'attention aux diverses structures sédimentaires. Elles ont été décrites et enregistrées dans notre cahier de notes en distinguant les lits horizontaux, les rides de courant, etc. On a aussi tenté d'identifier les structures grâce aux rayons X. Ce travail a été fait à la clinique médicale de l'Université d'Ottawa, mais les résultats étant peu concluants, ne paraîtront pas dans à l'intérieur de cette thèse.

2.3.3 Analyses de laboratoire

Les sédiments récoltés ont fait l'objet de datations au radiocarbone. Le but était de connaître l'âge des structures sédimentaires. Ces datations proviennent de deux différents matériaux: les anciens lits de matières organiques et les anciens troncs d'arbres toujours en place mais enterrés le long des terrasses (photos 2.5 et 2.6).

La granulométrie a été la principale analyse de laboratoire. Son objectif principal était d'associer la grosseur des particules à un environnement précis de déposition. La figure 2.1, extraite de Visser (1969), fournit un exemple de relation entre la taille et le mode de déposition. La taille des grains ainsi que leur distribution géographique informent sur les conditions environnementales dans lesquelles ils se sont déposés (Gale et Hoare, 1991). En effet, la taille des particules des sédiments détritiques varie en fonction des mécanismes de transport et de sédimentation.

Plusieurs forces interviennent lors du transport des sédiments. La gravité, la force tractrice du courant ainsi que les forces ascendantes engendrées par la turbulence sont responsables pour divers processus. Par exemple, les particules de plus gros calibre sont entraînées sur le fond par charriage et roulement. En revanche, les particules colloïdales et les limons se maintiennent en suspension aussi longtemps que l'équilibre est maintenu entre la gravité et les courants ascendants. Les particules de calibre moyen, par exemple les sables, progressent par saltation. Enfin, le matériel en solution peut constituer une charge non-négligeable. En effet, " il arrive que son tonnage dépasse celui de la charge solide, comme dans les cours d'eau des régions tempérées coulant hors des zones montagneuses (Coque, 1993). L'étude granulométrique des échantillons en laboratoire comprend deux parties distinctes:



Photo 2.5: Exemple d'un lit de matière organique utilisé pour la datation radiocarbone



Photo 2.6: Exemple d'un arbre en place utilisé pour la datation radiocarbone

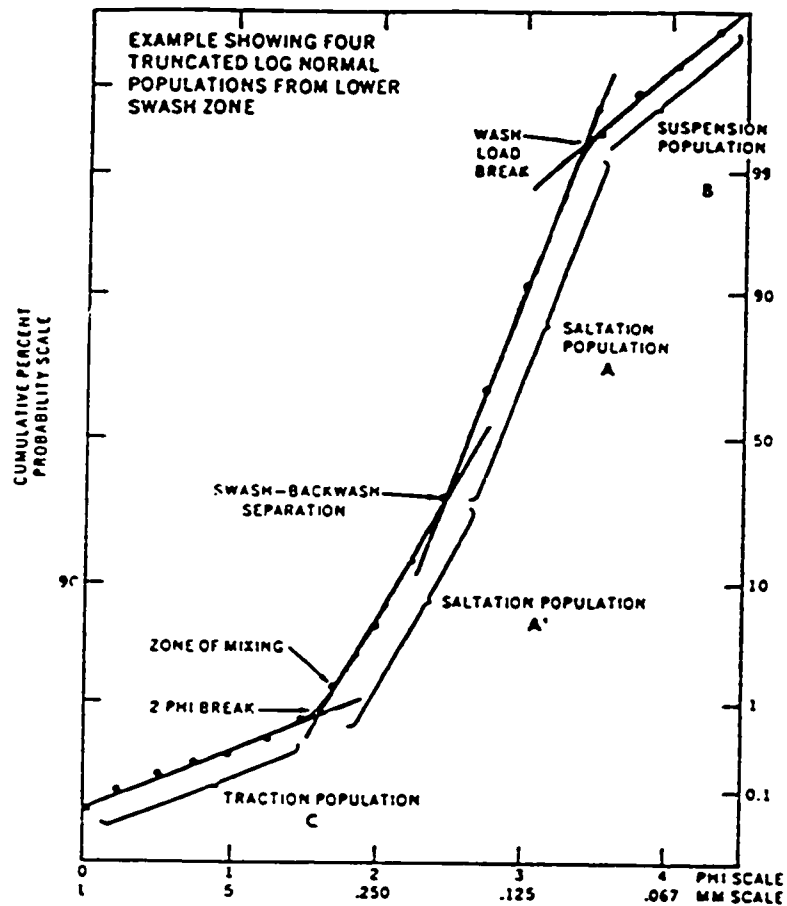


Figure 2.1: Modes de transport en fonction de la grosseur des particules: on estime que la distribution des particules et le triage de chaque sous-population ainsi que le pourcentage de la distribution totale dans chaque sous-population indiquent les divers environnements de déposition (Visher, 1969).

une première série d'analyses granulométriques visant les fractions grossières se situant entre 2000 μm et 63 μm (tableau 2.2) suivit d'une deuxième série effectuées sur les fractions granulométriques fines inférieures à 63 μm (tableau 2.3).

PHI (θ)	Millimètres (μm)	Microns (μm)	Classes (Udden-Wentworth)
-1.0	2.00	2000	Sable très grossier
0.0	1.00	1000	Sable grossier
1.0	0.50	500	Sable moyen
2.0	0.25	250	Sable fin
3.0	0.125	125	Sable très fin
4.0	0.0625	62.5	Limon grossier

Tableau 2.2: Fractions et classes granulométriques > à 63 μm .

PHI (θ)	Millimètres (μm)	Microns (μm)	Classes (Udden-Wentworth)
5.0	0.031	31	Limon moyen
6.0	0.0156	15.60	Limon fin
7.0	0.0078	7.80	Limon très fin
8.0	0.0039	3.90	*Argile
9.0	0.0020	2.00	*Argile

Tableau 2.3: Fractions et classes granulométriques < à 63 μm .

*Udden-Wentworth ne font pas de distinction à l'intérieur des argiles.

Afin de mesurer les dimensions de la partie grossière des sédiments, on utilise le tamisage à eau (Ingram, 1971). Cette technique consiste à mettre en ordre décroissant une série de tamis par

laquelle on passe le sédiment en question. Ensuite on calcule le poids du sédiment retenu par chaque tamis. Voici les étapes suivies:

- 1) La première étape consiste à éliminer la matière organique présente dans l'échantillon. Ce nettoyage est fait en mettant le sédiment au four à 500° C pour une durée de trois heures. Ensuite, on élimine toutes traces de matière organique en utilisant du peroxyde (concentration 30%).
- 2) On passe l'échantillon à travers un séparateur mécanique afin d'éviter un tri lors de la manipulation. Cette procédure permet également d'obtenir le poids nécessaire, soit entre 100 g et 150 g, afin de procéder au tamissage.
- 3) On place l'échantillon dans le tamis supérieur d'une colonne constituée d'une série de tamis décroissants (2000, 1000, 500, 250, 125 et 63 μm). Ensuite, on passe sous eau l'ensemble des tamis.
- 4) Une fois les tamis séchés, on les place dans un agitateur mécanique pour une période de 15 minutes.
- 5) On pèse chaque fraction jusqu'à une précision de 10^{-2} grammes.

Les sédiments fins, de par leur petite dimension, exigent une approche différente (Gullentops, 1993). En effet, les limons et les argiles présentent les fractions granulométriques les plus difficiles à mesurer qui se traduit fréquemment par une perte de précision. Pour cette thèse, nous avons choisi de ne pas mesurer le diamètre absolu des particules fines mais de faire une approximation de ce dernier via la vitesse de chute calculée à l'intérieur d'un liquide: l'eau. Cette technique, appelée décantation, est fondée sur la Loi de Stokes qui stipule que la vitesse de chute d'une particule détritique est directement proportionnelle à son diamètre (Briggs, 1977). Les étapes suivies sont les suivantes:

- 1) La première étape consiste à ajouter à l'échantillon un composé de pyrophosphate de sodium (10 g/l) qui agit comme défloculant.
- 2) On place ensuite l'échantillon dans un cylindre gradué auquel on ajoute 1 litre d'eau distillée.

- 3) Après avoir homogénéisé le contenu du cylindre, on procède au prélèvement d'échantillons à divers intervalles de temps au moyen d'une pipette ou d'un tube muni d'une pince, à la base de la colonne.

Les intervalles de temps sont:

Temps = 0 Pour fraction < 63 μm

On prend un premier échantillon de 50 ml à partir du vase avec un cylindre gradué, puis on transvase dans une capsule de porcelaine pré-pesée. On rince le cylindre gradué avec de l'eau distillée. On draine le mélange dans le vase jusqu'à 1 cm au-dessus de la marque de 32 μm . Approximativement 30 secondes avant la prochaine lecture, on draine l'excès au-dessus de la marque de 32 μm .

On répète la procédure aux temps suivants pour chacune des fractions:

INTERVALLES DE TEMPS	
4 min et 18 sec	fraction < 32 μm
12 min et 12 sec	fraction < 16 μm
38 min et 15 sec	fraction < 8 μm
1 hre 50 min et 48 sec	fraction < 4 μm
4 hres 34 min et 24 sec	fraction < 2 μm

- 4) On met les échantillons au four à 105 °C pour évaporer l'eau et laisser refroidir dans le dessiccateur.
- 5) On pèse les échantillons. Pour chaque échantillon, on soustrait le poids du dispersant afin d'obtenir le poids net.
- 6) On calcule des fractions inférieures à 63 μm .

CALCUL DES FRACTIONS	
VALEURS OBTENUES ENTRE	FRACTION COMPRISE
T=0 - <32 μm	32 μm et 63 μm
<32 μm - <16 μm	16 μm et 32 μm
<16 μm - < 8 μm	8 μm et 16 μm
< 8 μm - < 4 μm	4 μm et 8 μm
< 4 μm - < 2 μm	2 μm et 4 μm
< 2 μm	dernier échantillon pesé

- 7) On calcule des pourcentages des fractions tamisées et décantées de la manière suivante:
 - a) Additionner le poids de toutes les fractions (2 μm à 2 μm).
 - b) Calculer le pourcentage de chaque fraction granulométrique par rapport à ce poids total.
- 8) On représente le tout par une courbe cumulative.

2.3.4. Les analyses statistiques

La présentation des données granulométriques se fait traditionnellement par l'utilisation de courbes cumulatives. En effet, cette présentation graphique met en relation les pourcentages cumulatifs et la dimension des fractions granulométriques proprement dites. Ces courbes cumulatives servent de base pour l'ensemble des statistiques descriptives.

Les statistiques descriptives ont comme objectif premier la description quantitative des courbes granulométriques. Les courbes cumulatives permettent d'élaborer les indices granulométriques, comme par exemple la grosseur moyenne des particules, la distribution ou encore le triage, servant à l'interprétation de celles-ci. Pour ce faire, on utilise le concept des "fractiles".

Les “fractiles” correspondent aux dimensions des particules ayant des pourcentages cumulatifs déterminés. La figure 2.2 illustre cela. Les “fractiles” les plus couramment utilisés correspondent aux valeurs situées à 25% (Q1), 50% (Q2) et 75% (Q3) sur la courbe cumulative. L'utilisation des fractiles, de par son caractère synthétique, ne considère que la partie centrale de la courbe cumulative, négligeant par le fait même l'information placée aux extrémités de la courbe. Néanmoins, cette méthode s'avère fort efficace, voire indispensable, lorsqu'on est en présence d'un grand nombre d'échantillons.

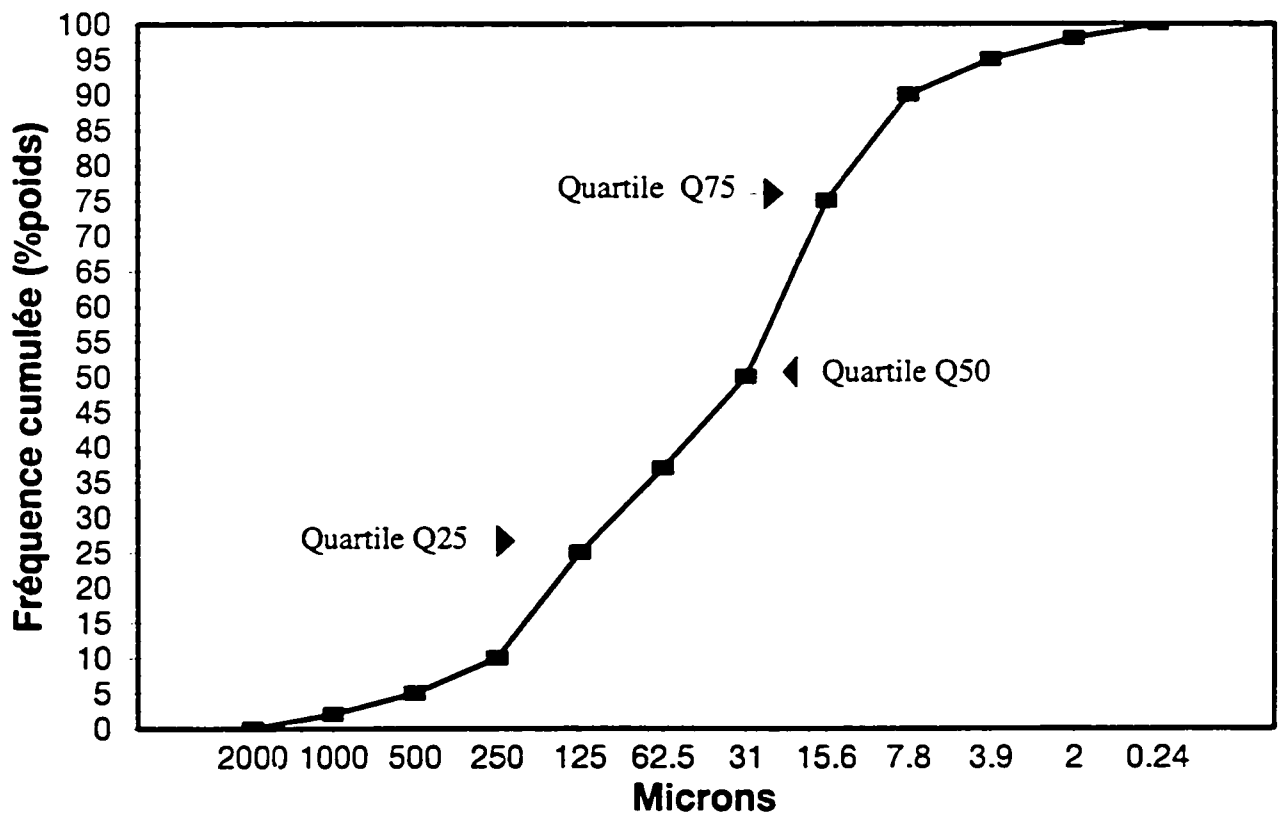


Figure 2.2: Exemple de courbe et de quartiles

La courbe granulométrique permet également une qualification synthétique de la distribution. En effet, on associe aux courbes la notion de faciès granulométrique (Rivière, 1952). L'allure des pentes et des inflexions permet de tirer des conclusions d'ordre génétique. Le *faciès linéaire* avec une courbe rectiligne sans inflexion, correspond à des sédiments en voie de formation suite à une désagrégation des roches. Le *faciès parabolique* comprend des inflexions dissymétriques avec concavité tournée vers le haut qui démontre des caractères sédimentologiques primitifs. Le transport des particules se fait selon un triage sélectif. Le *faciès logarithmique* avec son allure redressée et des inflexions brusques suggère des actions hydrodynamiques ou aérodynamiques puissantes. Le *faciès hyperbolique* comprend des inflexions dissymétriques avec concavité vers le bas. Il dénote une décantation des particules: en milieu calme, si on est en présence de particules fines, et en milieu agité, si elles sont grossières. Enfin, on considère le *faciès en S* qui correspond aux courbes intergrades, moyennement redressées avec inflexions régulières et symétriques.

La représentation graphique des faciès évoque la diversité des distributions granulométriques à l'échelle du terrain d'étude. Dans le cas présent, nous utilisons le diagramme Md/Qd (ϕ) tel que montré à la figure 2.3. Ce dernier comporte en abscisse les valeurs des indices de Krumbein ($Q3-Q1 / 2$), et en ordonnée les valeurs de la médiane et ce, pour chaque échantillon. Cette approche graphique permet, dans un premier temps, de présenter l'ensemble des observations à partir d'une image unique, et dans un second temps, d'obtenir des nuages de points assez bien individualisés, auxquels correspondent les divers faciès mentionnés ci-haut (Sourdat et Delaune, 1970). Ainsi, il sera possible de faire ressortir les diverses caractéristiques granulométriques des coupes.

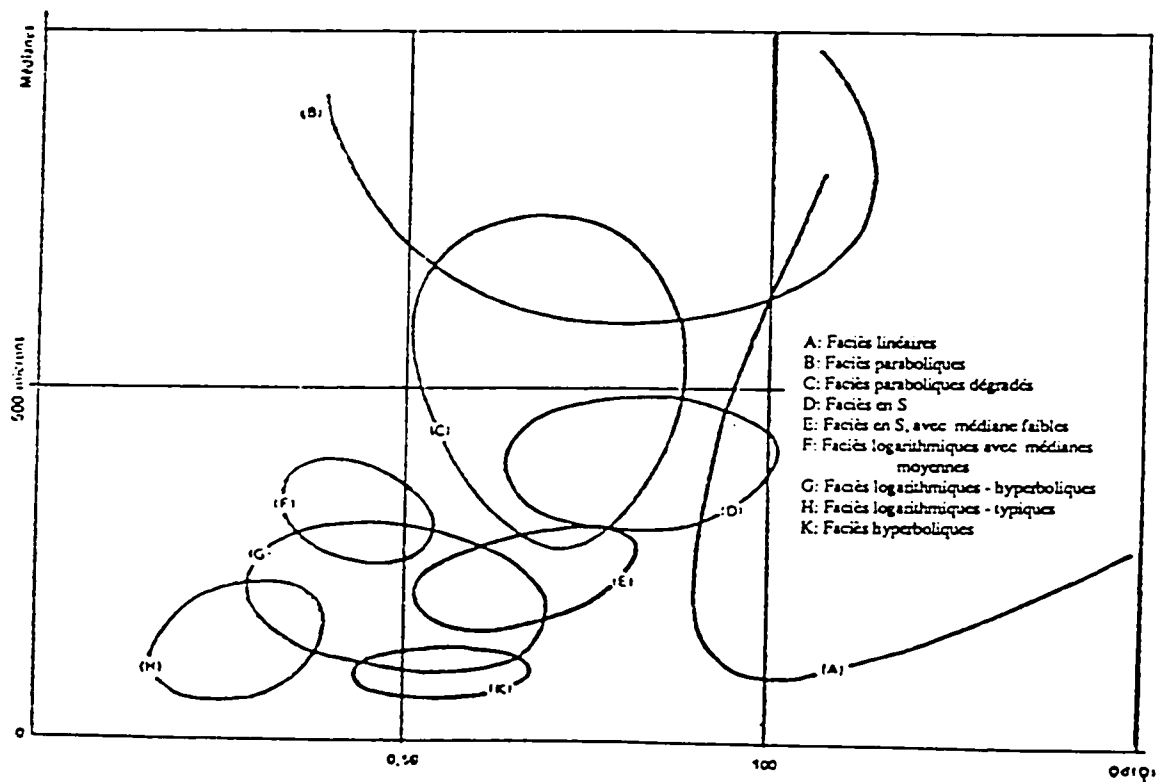


Figure 2.3: Diagramme Md/Qd (ϕ) (Sourdat et Delaune, 1970).

CHAPITRE 3

ANALYSES ET INTERPRÉTATION

3.1 INTRODUCTION

Ce chapitre présente les sites étudiés et le résultat des analyses. Nous avons choisi de travailler de l'aval vers l'amont, en décrivant la plaine alluviale et la localisation des coupes à partir de photos aériennes, tout en présentant les résultats des datations radiocarbone et des analyses sédimentologiques (carte 1). Trois régions seront distinguées: la première correspond à la zone de confluence des rivières Bluefish et Porcupine, la deuxième s'étend de la rivière Bluefish jusqu'à la sortie du méandre de Ch'ijee Bluff et la troisième, de ce méandre jusqu'à la confluence entre les rivières Porcupine et Old Crow.

3.2 LA CONFLUENCE DES RIVIÈRES PORCUPINE ET BLUEFISH

La confluence des rivières Porcupine et Bluefish est couverte par la photo aérienne A 22880-222. Ce contact se situe à une quinzaine de kilomètres avant l'entrée des Ramparts, en suivant le fil de l'eau. Nous avons étudié dans cette région les coupes 1 et 2 (en annexe photos A1 et A2). La coupe 1 se situe dans la section concave d'un méandre et donc dans un secteur où la rivière a tendance à éroder. La coupe 2 se trouve sur la rive gauche dans ce qui peut être considérée comme l'entrée des Ramparts. Nous avons également observé deux autres coupes (11-6-F et 12-6-B) pour avoir un meilleur aperçu des sédiments de la région.

3.2.1 Morphologie générale

À la confluence de la rivière Bluefish, l'altitude de la rivière Porcupine est proche de 228 m, ainsi que nous l'avons déterminé à partir de deux points géodésiques localisés dans le secteur (deux bornes à 792 pieds). La rivière coule en été un peu en contrebas et laisse voir les sédiments qu'elle remanie au moment des crues. Au site de la coupe 1, elle dégage des sédiments du Tertiaire, dans lesquels se trouvent de nombreux coprolithes de 3 à 8 cm de diamètre en parfait état de conservation. Dans ce site, on trouve aussi des morceaux de bois en voie de silicification et souvent recouverts de vivianite. Quant au lit de la rivière Bluefish, il est très graveleux, sauf à la confluence des rivières Porcupine et Bluefish où les silts et les sables dominent. On désigne communément ce secteur comme étant le delta de la rivière Bluefish.

Sur la photo de l'annexe A3, il est possible de voir la limite atteinte par les crues annuelles printanières. Elle se trouve vers 243 m d'altitude. La vitesse du courant dans ce secteur empêche la croissance des végétaux. Ailleurs, les zones végétalisées en-dessous de cette altitude sont inondées annuellement et sont sujettes à une sédimentation fine, provoquée par une baisse de la vitesse du courant dans les aulnes et les bouleaux. Elles correspondent habituellement aux zones formées par la migration de la rive convexe des méandres, laquelle forme des bancs de méandres (Point bars).

Juste au-dessus de la zone inondable annuellement commence la forêt d'épinettes noires qui n'est recouverte par les eaux que lors des plus grosses crues souvent provoquées par des barrages de glace. L'entrée des Ramparts est un site très favorable pour ces inondations car la rivière ne peut pas s'étendre dans ce secteur. Les zones affectées se rencontrent jusqu'à environ 247 m d'altitude.

Elles comprennent, dans les limites de la photo A 22880-222, des lacs thermokarstiques et surtout un méandre abandonné (Oxbow lake) de presque 5 km de long et 500 m de large. C'est plus que la largeur actuelle de la rivière, mais il se pourrait que ce soit le résultat d'un processus thermokarstique. En effet on a observé que le pergélisol était présent sur la rive même du méandre, par conséquent l'effet thermique de l'eau pourrait engendrer une fonte du pergélisol et faire reculer les berges. À l'intérieur de la boucle du méandre des anciens bancs édifiés par la migration de la rivière ont à peu près complètement disparu, ce qui n'est pas le cas dans la zone en face du delta de la rivière Bluefish. À cet endroit, le déplacement latéral de la rivière Porcupine a laissé plusieurs bancs de méandres.

Au-dessus des zones inondables, on trouve quelques terrasses entre le niveau maximum des inondations et le niveau de la plaine de Bluefish. Elles se situent à 292 m et à 262 m. La plus élevée correspond au sommet aplani de la butte résiduelle qui se trouve à l'ouest du delta de la rivière Bluefish. Ce replat mesure 1,55 km de long et 400 m de large. Un peu plus bas, vers 275 m, il y a deux importants lambeaux de terrasses. L'un d'eux domine le lac thermokarstique situé en face de l'embouchure de la rivière Bluefish et l'autre plus en aval, à l'entrée des Ramparts. Nous avons visité ce dernier car nous pensions qu'il s'y trouvait un sédiment éolien de sommet de falaise. En fait la visite a révélé qu'il s'agissait d'une levée de gravier édifiée par le courant de la rivière. Encore un peu plus bas se rencontre le dernier niveau, entre 262 et 270 m qui s'étend au pied de la butte résiduelle. Il mesure 2 km de long et 500 m de large. Il semble d'après nos observations que ces diverses terrasses, sauf la plus basse, ont été creusées directement dans les sédiments du Tertiaire ou du Pléistocène par la rivière Porcupine. Il s'agit de terrasses étagées.

3.2.2 Analyses sédimentologiques

Nous avons observé 4 coupes dans la zone de la confluence des rivières Bluefish et Porcupine. Ce sont les coupes 11-6-F, 12-6-A, 12-6-B et 13-6-A. Nous n'avons analysé en laboratoire que les coupes 12-6-A (coupe 1) et 13-6-A (coupe 2). Nous décrirons cependant brièvement les deux autres coupes.

Coupe 11-6-F

Il s'agit de la première coupe observée. Elle se situe dans une berge qui recoupe le grand méandre abandonné, à moins d'un kilomètre du BM 792. Le matériel observé était uniforme. Il s'agissait d'un limon gris-noir dans lequel il était difficile de voir une stratification. Ce type de sédiment est assez riche en matières organiques décomposées et il est désigné du nom de *musk* en Alaska (Elias, 1995). Il correspond à un dépôt de décantation, dans lequel sont mélangés les sédiments organiques et les sédiments minéraux. Les figures 1.4a et 1.3b illustrent ce type de sédiment le long de la rivière Porcupine. Comme on peut le voir, les coins de glace se développent très bien dans ce matériel très fin. La photo de la figure 1.4a a été prise deux ans plus tôt par B. Lauriol (en juin 1991), quelques jours après la crue printannière. Deux datations au radiocarbone ont été faites au contact des coins de glace et de la tourbe qui les recouvrait. Les résultats sont de 3006 B.P (UQ-2029) et 1879 B.P (UQ-2010). La plus ancienne indique que le méandre a été recoupé il y a au moins 3000 ans.

Coupe 12-6-B

Elle se trouve sur une berge entaillée par la rivière sur une longueur de 2 km, sur la rive

droite de la rivière Porcupine, en aval de la confluence avec la rivière Bluefish. La terrasse mesure 4 m de hauteur. La photo 2.4 illustre la coupe. On observe en son sommet un couvert herbacé et des épinettes. Comme dans ce secteur la plaine inondable annuellement mesure environ 2 km de large, les crues qui atteignent la partie sommitale sont rares. Néanmoins l'érosion thermokarstique est active comme on peut le voir sur la photo 2.4. Nous avons dégagé une section de la coupe pour observer plus en détail le sédiment et ses structures. Le phénomène le plus évident était la succession de minces lits horizontaux de sables fins et de silts, avec des rides de courant. La matière organique y était à peu près totalement absente, probablement par suite d'une bonne oxygénation du matériel et un taux de sédimentation plutôt lent. Dans la partie inférieure de la coupe, légèrement visible sur la photo 2.4, il y a un gravier constitué surtout de grès de quartzites sub-anguleux. On croit que ce gravier continue sous la coupe et qu'il correspond à un ancien lit de la rivière avant que la sédimentation fine ne commence. On ne pense pas qu'il puisse s'agir d'un ancien lit de la rivière Porcupine quand celle-ci coulait vers l'est car on n'y pas de galets de granite, en provenance du batholite d'Old Crow.

Deux datations radiocarbone ont été obtenues dans les environs immédiats de la coupe. La première a fourni un résultat plus vieux que 32 ka BP (UQ-2271). Ce résultat pouvait être anticipé car le morceau de bois prélevé dans les silts n'était pas en place. Ensuite une date a été acquise à partir de tourbe récoltée à la surface de coins de glace. L'âge obtenu a été de 4048 B.P. (UQ-2011) La tourbe mesurait en moyenne 1 m d'épaisseur, ce qui indique que la terrasse a existé une bonne partie de la deuxième moitié de l'Holocène.

Coupe 12-6-A

La coupe 12-6-A ou coupe 1 (figure 3.1) de nos analyses granulométriques se trouve entaillée

Coupe 1

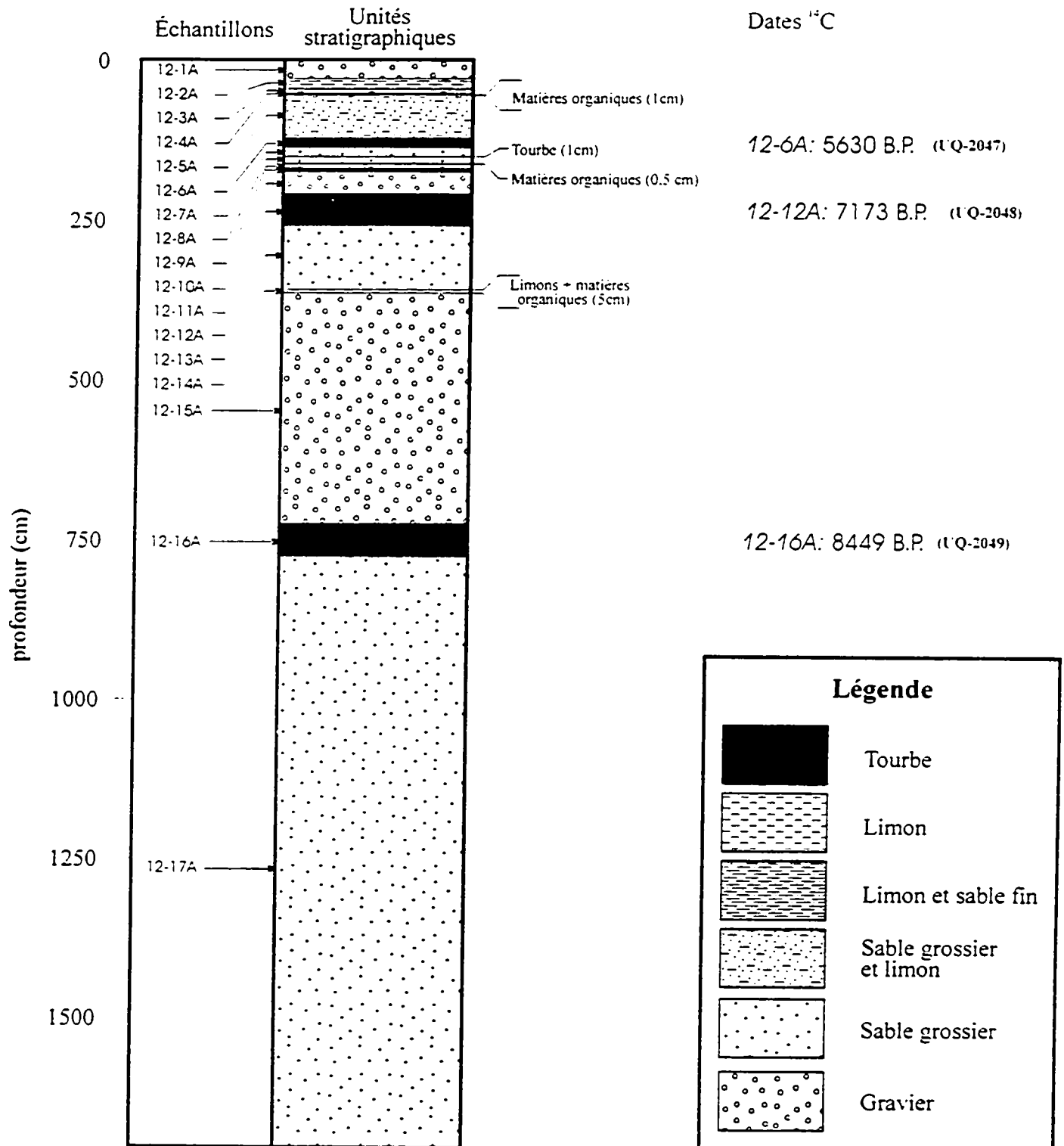


Figure 3.1: Présentation schématique de la coupe 1

par la rivière Porcupine. La photo A1, en annexe, montre le site qui est constitué d'une terrasse qui a une pente transversale mesurée de 3 à 4 degrés. Il s'agit de la surface d'un cône de déjection alimenté par un ravin qui entaille la surface de la plaine d'Old Crow, vers 300 m d'altitude. L'altitude de la terrasse n'est pas uniforme: elle a tendance à s'abaisser quand on s'éloigne du cône de déjection. Vers l'aval, elle se rattache à l'importante terrasse de 247 m localisée à la sortie du méandre sur la rive droite.

La coupe a une hauteur de 17 m. Sa base est à 239 m et son sommet 252 m. Cette coupe est très importante car elle peut fournir un âge pour la terrasse qui s'y rattache en aval et de l'autre côté de la rivière au pied de la butte et dont l'altitude minimale est de 247 m. Leur surface est dépourvue de lacs thermokarstiques et de coins de glace.

L'analyse stratigraphique a mis en évidence 17 unités horizontales constituées de plusieurs types granulométries: tourbe, limon, sable et gravier (tableau 3.1).

Échantillons	Lithologie	Épaisseur (cm)	Structure(s)
12-1A	Gravier et sable grossier	30	Aucune structuration nette
12-2A	Alternance limon et sable fin	17	Lits horizontaux
12-3A	Gravier et sable grossier	6	Aucune structuration nette
12-4A	Alternance sable grossier et limon	2	Lits horizontaux
12-5A	Gravier et sable grossier	67	Aucune structuration nette
12-6A	Tourbe	15	Massive
12-7A	Gravier et sable grossier	13	Aucune structuration nette
12-8A	Sable grossier	11	Aucune structuration nette
12-9A	Sable grossier	7	Aucune structuration nette
12-10A	Limon et galet	5	Massive
12-11A	Gravier et sable grossier	35	Aucune structuration nette
12-12A	Tourbe	50	Massive
12-13A	Gravier et sable grossier	100	Aucune structuration nette
12-14A	Limon	5	Aucune structuration nette
12-15A	Gravier et sable grossier	360	Aucune structuration nette
12-16A	Tourbe	50	Massive
12-17A	Gravier et sable grossier	925	Aucune structuration nette

Tableau 3.1: Description sédimentologique de la coupe 1.

La coupe 1 se caractérise principalement par sa partie basale (en-dessous de 12-12A). En effet, cette section comprend d'épaisses couches, composées d'un mélange de gravier et de sable grossier. Ces couches ont une épaisseur respective de 1m (12-13A), 3,6 m (12-15A) et 9,25 m (12-17A).

Une seconde caractéristique est la présence de trois unités stratigraphiques composées de matériel organique compact (tourbe). Ces couches ont 15 cm (12-6A), 50 cm (12-12A) et 55 cm (12-16A) d'épaisseur. Leur datation au radiocarbone a donné les résultats suivants: 5630 (+/-138) B.P. (UQ-2047), 7173 (+/-141) B.P. (UQ-2048) et 8449 (+/-129) B.P. (UQ-2049) respectivement. En ce qui a trait aux structures sédimentaires, on remarque l'absence de celles-ci à l'intérieur des unités composées de gravier et de sable grossier et pour celles formées uniquement de sable grossier. L'unité 12-14A, constituée de limon, se caractérise également par l'absence de structures sédimentaires. En revanche, on constate la présence de lits horizontaux pour les unités de limon et de sable fin.

Le diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 1 (figure 3.2) démontre la présence de deux populations. Une première qui traduit le caractère grossier des échantillons avec des médianes se situant entre 1190 et 500 microns (sable grossier à sable très grossier). De plus, on remarque que le matériel est modérément trié avec des valeurs Qd (phi) situées entre 1 et 2 phi (pour simplifier la discussion; $Qd(\phi) \leq 1$ = Bien trié, $1 < Qd \leq 2$ = Modérément trié, $Qd > 2$ = Mal trié). La seconde population regroupe des échantillons dont le matériel est plus fin. En effet, les valeurs des médianes se situent entre 53 et 23,30 microns (limon grossier à limon moyen). En ce qui a trait au triage, ce matériel varie entre modérément trié et mal trié avec des valeurs Qd (phi) variant entre 1,375 et 2,875 phi.

L'analyse de la coupe révèle donc des épisodes de sédimentation de forte et de faible énergie

Diagramme Md/Qd (phi): Coupe 1

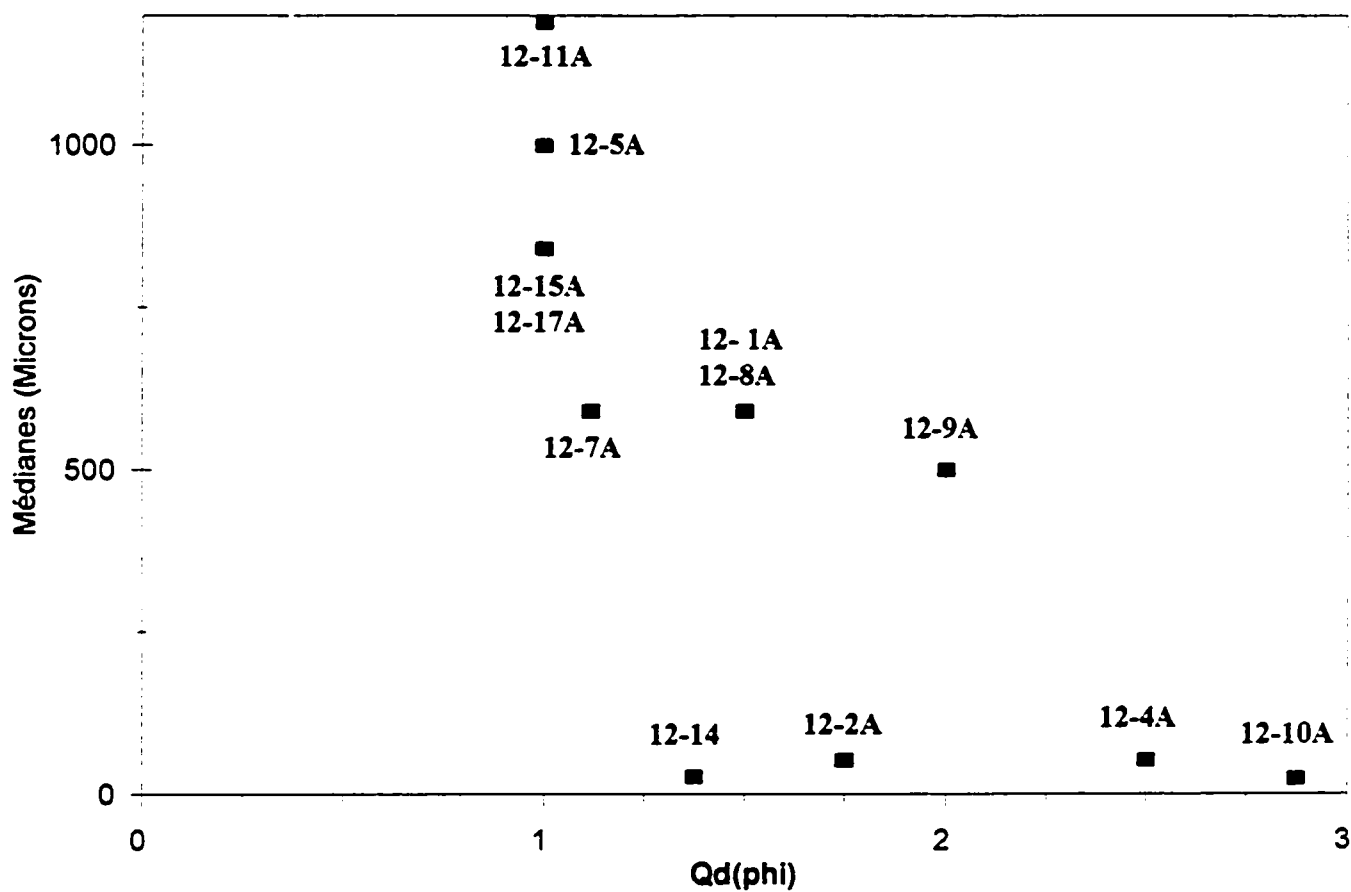


Figure 3.2: Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 1.

avec parfois des périodes de croissance végétale assez longues puisque des forêts ont pu s'établir. La sédimentation qui s'étend de la rivière jusqu'à 750 cm du sommet et qui fait donc près de 10 m d'épaisseur correspond à une dynamique fluviale. Le courant devait être violent car les sédiments étaient grossiers. Par ailleurs l'absence de stratification laisse penser à une mise en place rapide. Cette phase a été ensuite interrompue et une forêt s'est édifiée. Un tronc en place a été daté de 8449 +/- 129 B.P. (UQ-2049). Au-dessus, la sédimentation est différente. Elle est fournie par le ruisseau qui entaille l'escarpement et qui a édifié le cône de déjection. Celui-ci mesure 7 m d'épaisseur, là où il est érodé par la rivière Porcupine. Au début, il y a eu une accumulation rapide de sédiment qui a fossilisé la forêt et la tourbe, puis la sédimentation a ralenti et est devenue plus fine tout en étant interrompue par des périodes de croissance végétale. Des âges de 7 173 B.P. (UQ-2048) et 5 630 B.P. (UQ-2047) ont été mesurés. Le cône de déjection est donc à peu près stable depuis le début de la deuxième moitié de l'Holocène.

La coupe 13-6-A ou coupe 2

Il s'agit d'une coupe de 10 m de dénivellation (figure 3.3) localisée sur la rive gauche à l'entrée des Ramparts (photo A2 en annexe). Son sommet se situe vers 347-349 m d'altitude. Elle entaille une terrasse qui s'appuie contre le talus d'érosion de la plaine d'Old Crow dont le sommet est à 300 m d'altitude. L'échantillonnage a permis d'identifier 10 unités stratigraphiques horizontales distinctes constituées de plusieurs types de granulométries: tourbe, limon et sable (tableau 3.2).

Coupe 2

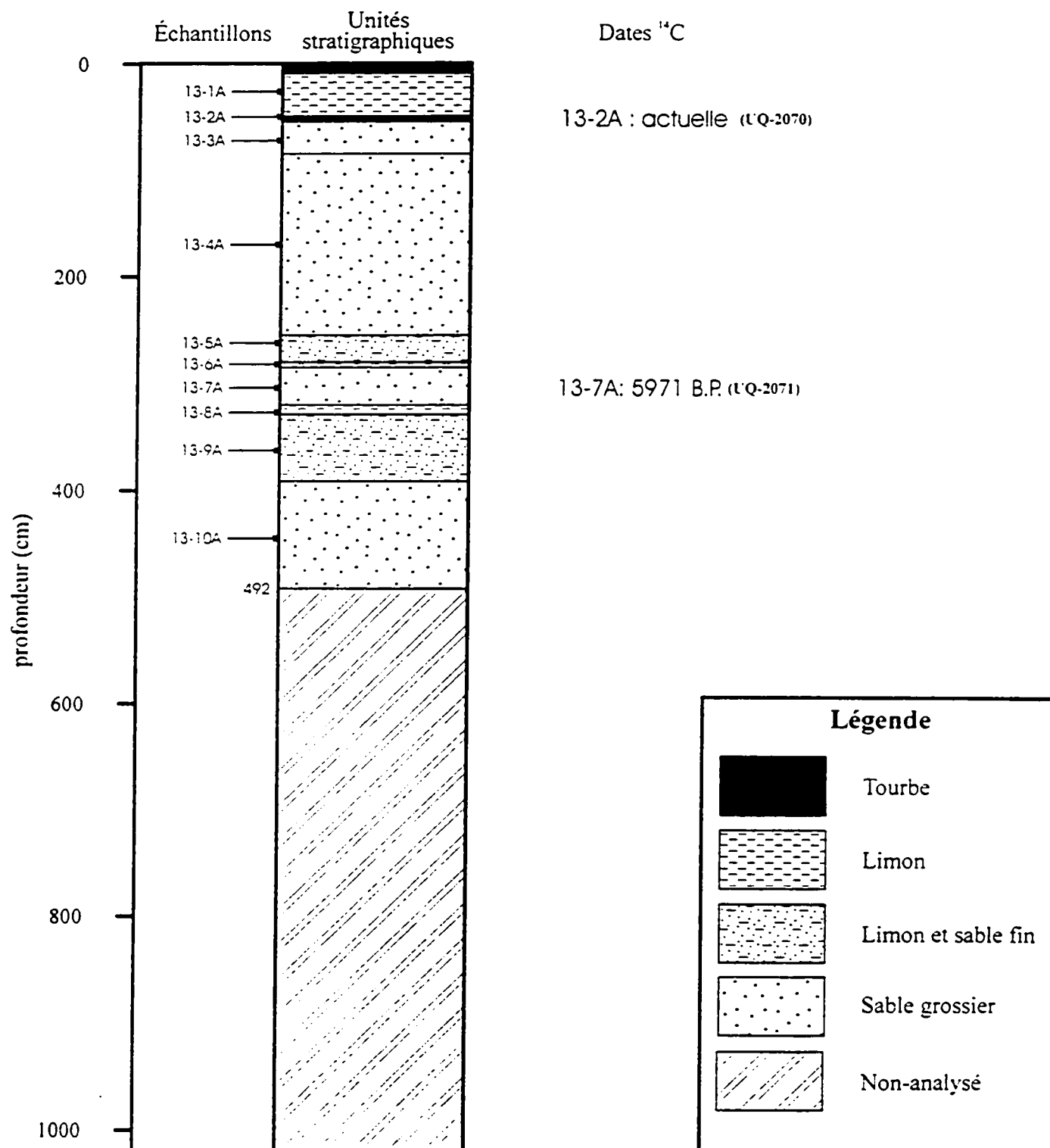


Figure 3.3: Présentation schématique de la coupe 2

Échantillons	Lithologie	Épaisseur (cm)	Structure(s)
13-1A	Limon et sable fin	40	Lits horizontaux
13-2A	Tourbe	5	Massive
13-3A	Limon et sable fin	30	Lits horizontaux
13-4A	Sable fin	170	Rides de courant
13-5A	Limon et sable fin	35	Rides de courant
13-6A	Limon	5	Aucune structuration nette
13-7A	Limon et sable fin	35	Lits horizontaux
13-8A	Limon	9	Aucune structuration nette avec racines
13-9A	Limon et sable fin	63	Lits horizontaux
13-10A	Sable fin	100	Stratigraphie entre-croisée

Tableau 3.2: Description sédimentologique de la coupe 2.

L'originalité de cette coupe réside dans la prédominance du sable à l'intérieur de la majorité des unités stratigraphiques. De plus, on remarque la présence de deux unités stratigraphiques massives constituées de sable fin. Celles-ci ont des épaisseurs respectives de 170 cm (13-4A) et de 628 cm (13-10A).

Il a été possible d'obtenir quelques datations au radiocarbone. Une première correspond à la période actuelle. Elle provient d'une couche organique compacte (13-2A). Une seconde date de 5971 (+/- 138) B.P. (UQ-2071) a été obtenue à partir d'une mince couche de matière organique dans des limons (13-7A).

En ce qui concerne les structures sédimentaires, on remarque que les unités composées de limon et de sable fin présentent des lits horizontaux sauf pour l'unité 13-5A dans lequel on retrouve des rides de courants à stratigraphie entre-croisée. Les unités à caractère limoneux se définissent par une structure massive. Le sable fin renferme soit des lits horizontaux ou encore des rides de courants à stratigraphie entre-croisée. Enfin, la tourbe existe sous forme d'unité compacte.

Le diagramme Md/Qd(phi) de la coupe 2 (figure 3.4) démontre la présence d'une seule

Diagramme Md/Qd (phi): Coupe 2

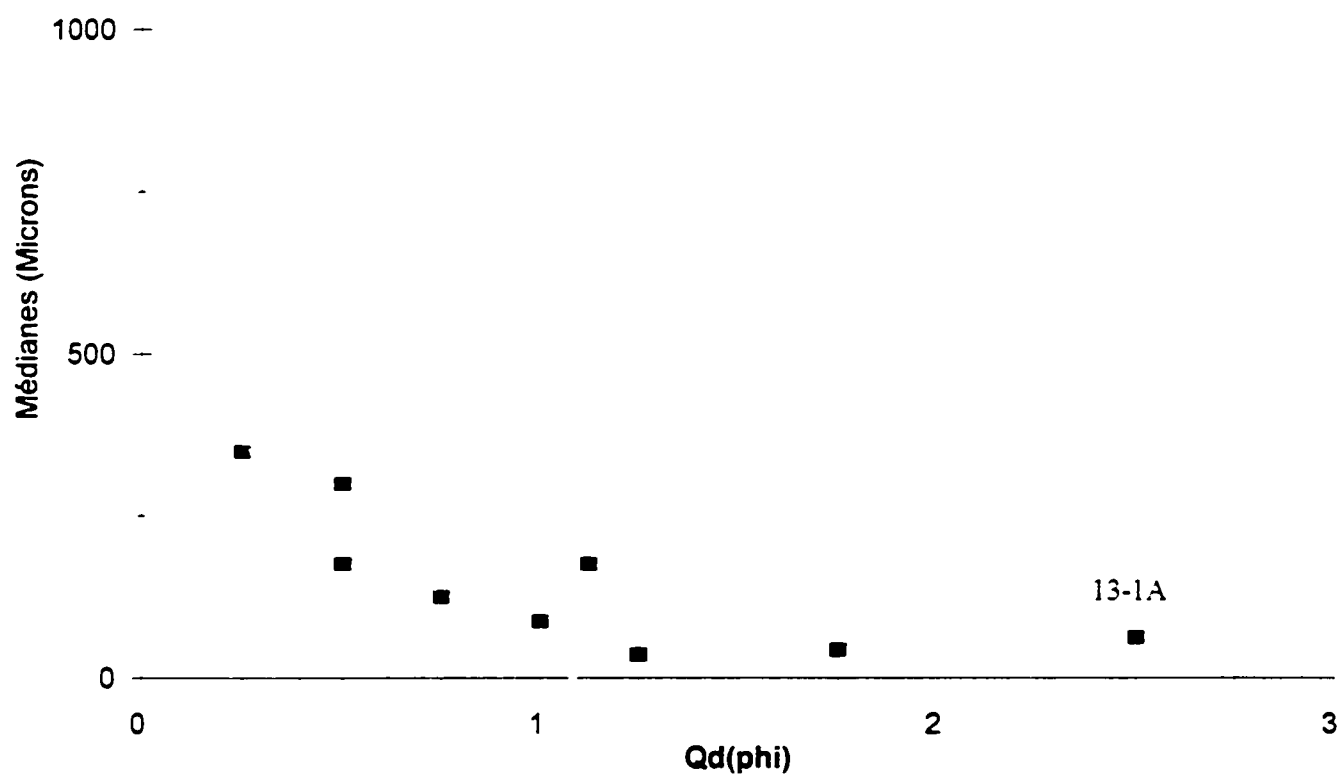


Figure 3.4: Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 2

population. Les échantillons ont un caractère relativement fin avec des médianes variant entre 350 et 37 microns (sable moyen à limon grossier). Ce matériel fin indique un triage allant de bien trié à modérément trié avec des valeurs Qd (phi) situées entre 0,25 et 1,75. L'échantillon 13-1A correspond à la seule exception avec une valeur de 2,5 ce qui est un mauvais triage.

3.2.3 Synthèse

On peut distinguer, dans la zone aval de la plaine alluviale, une période de creusement qui à partir de 300 m, c'est-à-dire à partir de la plaine de Bluefish s'est enfoncée laissant des terrasses d'érosion à 292 m, 275 et 262 m. Localement un peu de gravier a été abandonné par la rivière. Le creusement s'est fait dans les sédiments pléistocènes pour s'arrêter sur des sédiments du Tertiaire comme l'indique les bois pétrifiés et les coprolithes.

Après cette période de creusement la rivière a accumulé des sédiments. L'observation des coupes ainsi que la lecture des cartes topographiques et des photos aériennes montrent un niveau de terrasse d'accumulation vers 247 m d'altitude recouvert parfois de cônes de déjection. L'observation de la coupe 1 a indiqué que le matériel était grossier, celle de la coupe 2 qu'il était sablonneux.

À partir de la terrasse de 247 m, la rivière s'est enfoncée jusqu'à son niveau actuel. Cet enfoncement a pu se faire en recoupant la terrasse, ce qui paraît être le cas le plus fréquent, mais aussi par simple déplacement latéral du lit de la rivière comme il semble que ce soit le cas vers la coupe 12-6-B, encore que celle-ci indique une entaille de 4 m de hauteur.

La chronologie radiocarbone de ces événements n'est pas très précise. On a cependant une date de 8 849 B.P. (UQ-2049) sur un tronc d'arbre en place et qui indique qu'à cette époque la rivière avait presque creusé jusqu'à son lit actuel (228 m) puis remblayé jusqu'à 247 m. On a aussi

une date de 3006 B.P. qui indique que le grand méandre abandonné l'était déjà à cette époque.

3.3 LA RÉGION CENTRALE

La région centrale est couverte par la photo aérienne A 22879-48. Elle commence à l'est de la rivière Bluefish et se termine à la sortie du méandre de Ch'ijee Bluff. Plusieurs sections de la rivière ont été observées mais une seule a fait l'objet d'un échantillonnage. C'est la coupe 13- 6-B ou coupe 3.

3.3.1 Morphologie générale.

L'essentiel de la plaine alluviale se trouve à seulement quelques mètres au-dessus de la rivière en été. Celle-ci en effet coule vers 233 m d'altitude et la plaine s'étend entre les courbes de niveau de 238 m et 347 m. Les terrasses au-dessus de cette dernière altitude sont peu nombreuses. La seule digne de mention correspond à un méandre abandonné qui est à 277 m d'altitude. Il se trouve à l'est de la rivière Bluefish. Il mesure environ 2 km de long. Un peu en-dessous, à 362 m, il y a un replat de 4 km de long et d'une centaine de mètres de large. Ensuite, il n'y a pas d'autres terrasses, si ce n'est la plaine alluviale. A cause de son altitude inférieure à 247 m on considère qu'elle est inondable sur sa totalité, encore que à cause de sa largeur (5 km) le niveau de l'eau s'étale et les zones situées au-delà de 245 m ne sont peut-être que très exceptionnellement inondées. Il faudrait une étude plus poussée que la notre pour le vérifier.

Le trait géomorphologique dominant est celui des méandres actuels et abandonnés. D'après la photo interprétation, les falaises qui bordent la plaine peuvent être associées à l'action d'un

méandre. Nous avons numéroté ces méandres de 1 à 9. Celui qui porte le numéro 1 a été remblayé par un cône de déjection. La majorité ont été complètement remblayés par les débordements de la rivière et le développement des tourbes. Les seules exceptions sont les méandres 2 et 9. Les méandres 3, 4 et 7 ne touchent pas aux falaises. Ils se sont inscrits dans la plaine alluviale même. Le déplacement des méandres s'est accompagné de la formation de petits chenaux entre les levées alluviales.

À côté de la forme allongée des chenaux de bancs de méandres, il existe quelques lacs thermokarstiques. Ils sont identifiables par le contour irrégulier de leurs berges. La présence du pergélisol est cependant surtout fournie par les sols polygonaux produits par la formation des coins de glace. Ceux-ci, d'après nos observations de terrain, se situent principalement en dehors des méandres, dans des secteurs qui paraissent gris clair sur la photo aérienne et où les bancs sont peu marquées. Il s'agit de secteurs où le mode principal de sédimentation a été la décantation des particules minérales lors des inondations. La nature fine du matériel favorise la thermo-érosion au moment des crues printanières. La figure 1.4b représente une niche d'érosion de près d'un kilomètre de long, située 6 km en amont du site de la coupe 3.

3.3.2 Sédimentologie

Une seule coupe a été échantillonnée. C'est la coupe 13-6-B ou coupe 3. Ailleurs on s'est contenté d'observer le matériel. Il s'agissait presque toujours de *musk*, ce limon argileux de couleur sombre, riche en glace. Lauriol *et al.* (1995) ont échantillonné des coins de glace en deux endroits. L'un d'eux se trouve au site A (photo 2.1). Il s'agit d'une zone dépourvue d'arbres et d'arbustes

partiellement visibles sur la photo 2.1. On a remarqué lors de notre visite que les ruisseaux qui dissèquent sa surface sont profonds de quelques mètres et correspondent à des coins de glace qui ont fondu probablement à la suite de l'incendie de 1990 qui a commencé vers la frontière de l'Alaska et qui s'est terminé près du village d'Old Crow. Un an après l'incendie, il y a eu la grande inondation de 1991: elle a recouvert cette surface provoquant sûrement une fonte accélérée des coins de glace. Ceux-ci se sont formés dans le limon gris-noir. Une date au radiocarbone au contact d'un coin de glace et de la tourbe a donné un âge de 6386 (+/- 252), ce qui indique que la terrasse date de la première moitié de l'Holocène.

La situation du site étudié le plus en détail, la coupe 3, apparaît sur la photo 2.1. Il a été édifié par une accumulation de sable et de gravier associée à la migration latérale d'un méandre. La zone la plus basse, où la sédimentation active a lieu, forme une vaste nappe de gravier et surtout de sable recouverte par les eaux dès que le niveau de celle-ci augmente. Ce matériel est en transit ce qui ne permet pas à la végétation de se développer. Un mètre plus haut, la végétation commence à devenir de plus en plus abondante. Ce sont d'abord des aulnes et des peupliers puis des épinettes. Entre les bancs, on observe quelques chenaux qui lors de notre visite avaient été recoupés par la rivière et étaient en voie de vidange.

La photo 1.3 a été prise au sommet de la coupe 3, dans la forêt et la photo A3 en annexe montre le site de la coupe elle-même. La coupe mesure 5 m de haut et comporte 13 unités stratigraphiques horizontales distinctes (figure 3.5). Les types de granulométries observés sont du limon, du sable et du gravier (tableau 3.3).

Coupe 3

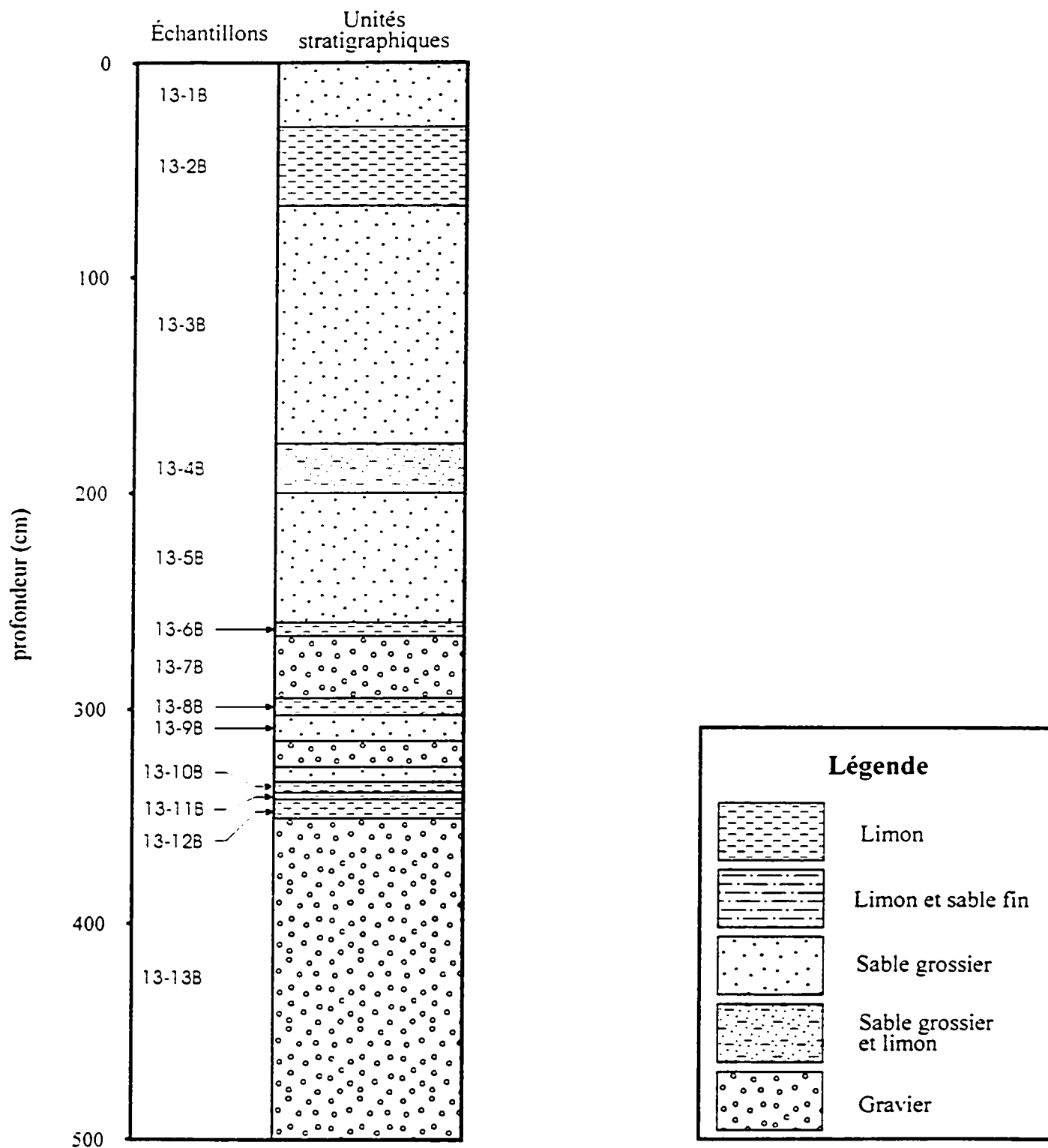


Figure 3.5: Présentation schématique de la coupe 3

Échantillons	Lithologie	Épaisseur (cm)	Structure (s)
13-1B	Sable fin	30	Aucune structuration nette
13-2B	Limon	37	Aucune structuration nette
13-3B	Sable fin	110	Lits horizontaux
13-4B	Limon et sable fin	23	Lits horizontaux
13-5B	Sable fin	60	Lits horizontaux, granoclassement
13-6B	Limon	6	Aucune structuration nette
13-7B	Gravier et sable grossier	29	Aucune structuration nette avec morceaux de bois
13-8B	Limon	8	Lits horizontaux
13-9B	Sable fin	12	Aucune structuration nette
13-10B	Limon	5	Aucune structuration nette
13-11B	Limon et sable fin	3	Lits horizontaux
13-12B	Limon	9	Aucune structuration nette
13-13B	Gravier et sable grossier	149	Aucune structuration nette

Tableau 3.3: Description sédimentologique de la coupe 3.

En ce qui a trait aux caractéristiques de la coupe, on remarque pour la première fois l'absence de tourbe à l'intérieur des unités sédimentaires. Il est possible que ce soit partiellement dû à l'absence de pergélisol. Cette absence de pergélisol constatée durant l'échantillonnage entraîne un bon drainage ainsi que l'absence de sols tourbeux en surface. Plusieurs couches stratigraphiques, notamment les graviers, contiennent cependant de nombreuses parcelles de bois.

Une deuxième caractéristique intéressante est la constance remarquable de l'épaisseur des couches stratigraphiques. En effet, cette coupe renferme des unités ayant plus ou moins la même épaisseur. Une couche de gravier et de sable grossier de 149 cm d'épaisseur (13-13B) située dans la partie basale de la coupe constitue la seule exception. Étant donné l'absence de matériel organique en place, aucune datation n'a été effectuée.

En ce qui concerne les structures sédimentaires, les unités à sable fin ne présentent aucune structuration nette. Les lits horizontaux sont également absents. Les unités composées de limon et de sable fin renferment des lits horizontaux. Les unités limoneuses et celles composées de gravier et de sable grossier ne présentent aucune structuration nette.

Le diagramme Md/Qd (phi) de la coupe 3 (figure 3.6) montre deux populations. La première renferme des échantillons relativement grossiers avec des médianes variant entre 840 et 350 microns (sable grossier à sable moyen). Ce matériel comprend un bon triage avec des valeurs Qd (phi) allant de 0,375 à 1 phi. En revanche, la seconde population possède du matériel beaucoup plus fin avec des médianes oscillant entre 88 et 15,60 microns (sable très fin à limon moyen). Seul l'échantillon 13-8B offre un caractère plus grossier avec une médiane de 2 (sable moyen). Les échantillons de la deuxième population ont un triage allant de modérément trié à mal trié avec des valeurs Qd (phi) allant de 1 à 2,5 phi.

3.3.3 Synthèse

La rivière Porcupine après le méandre de Ch'ijee Bluff et jusque vers son embouchure avec la rivière Bluefish s'écoule en formant de vastes méandres qui ont créé une plaine alluviale dont les altitudes restent proches du niveau de l'eau actuel. Les terrasses d'érosion sont moins nombreuses que dans la région un peu plus en aval, étudiée précédemment. Elle comprend un méandre abandonné situé à 275 m d'altitude et une terrasse de dimensions modestes à 262 m. L'essentiel du matériel paraît être silteux et argileux. Le sable n'est cependant pas absent: il se rencontre dans la section convexe des méandres. Les datations radiocarbone ne sont pas assez nombreuses pour établir une chronologie des divagations de la rivière et des sédiments qui y sont associés. On a cependant une date de 6 386 (+/- 252) B.P. indiquant qu'il peut arriver que certaines portions de la plaine alluviale sont en place depuis plusieurs millénaires. La coupe 3 montre par ailleurs que la sédimentation sableuse est encore active sur certaines terrasses.

Diagramme Md/Qd (phi): Coupe 3

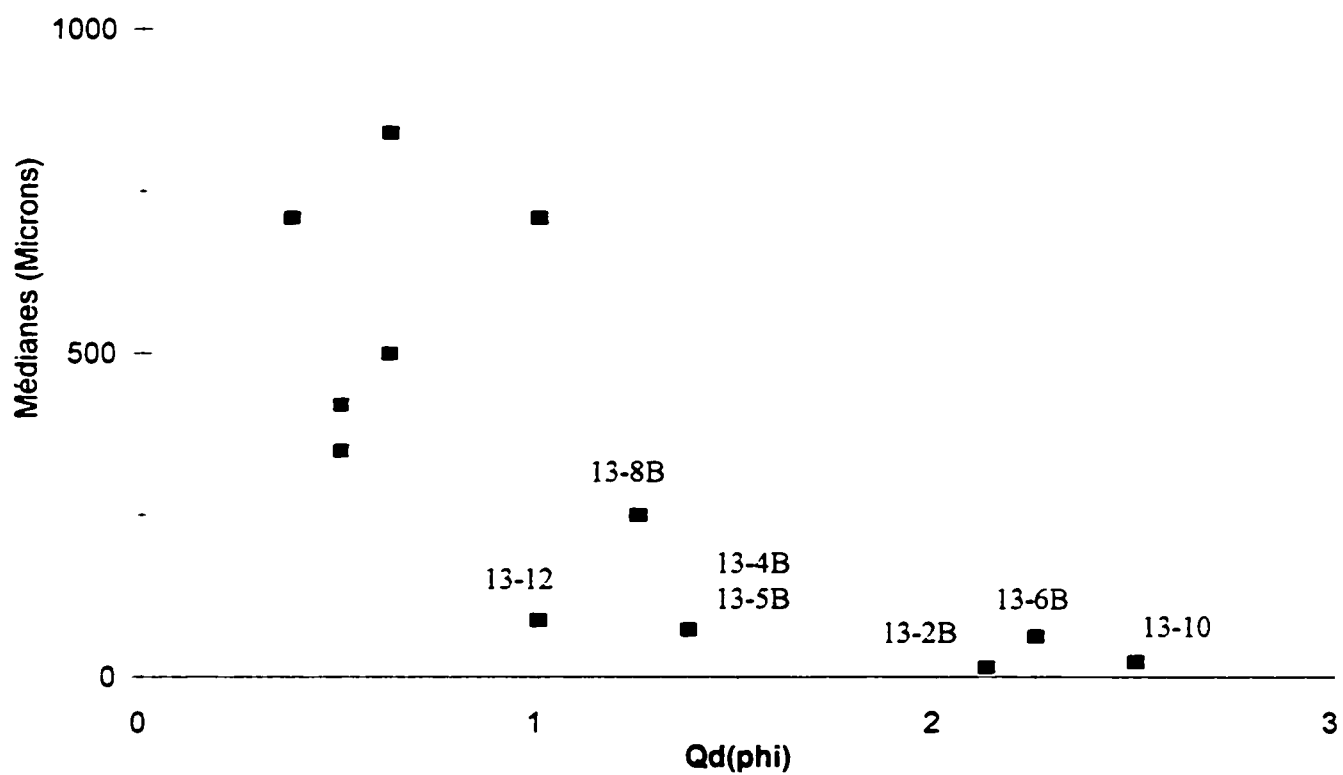


Figure 3.6: Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 3

3.4 LA CONFLUENCE DES RIVIÈRES PORCUPINE ET OLD CROW

La photo aérienne représente la confluence des rivières Porcupine et Old Crow et s'étend jusqu'au méandre de Ch'ijee Bluff. Nous avons étudié dans cette région les coupes 4, 5 et 6 et nous en avons observées plusieurs autres en marchant le long des berges de la rivière. La coupe 4 est localisée deux kilomètres en aval de l'aéroport du village d'Old Crow, non loin de la station hydrologique. La coupe 5 se trouve en face du village, sur la rive gauche de la rivière et la coupe 6, à la sortie du méandre de Ch'ijee Bluff.

3.4.1 Morphologie générale

Les photos aériennes A 22880-197 et A 22880-150 couvrent le secteur est de la plaine alluviale. La rivière Porcupine débouche d'une vallée assez encaissée où se trouve le site archéologique de Klo Kot (Morlan 1980) et elle est rejointe par la rivière Old Crow. Le village a été construit sur une terrasse à la confluence des deux cours d'eau. Le site n'est pas le meilleur car comme le montre la photo aérienne et la photo couleur A 30852 il est facilement inondable et sensible à l'érosion des berges. Cooper et Hollingshead (1973) rapportent que le talus qui domine la rivière a reculé de 1,8 m en 1971 et de 2,1 m en 1972. De 1960 à 1970 le recul a été de 10 m. Les autorités locales tentent actuellement de stabiliser les berges en déversant des camions de gravier. Ce gravier est puisé au sud de l'aéroport dans la carrière visible sur la photo aérienne.

L'analyse des courbes de niveau des cartes topographiques montre que la terrasse alluviale principale se trouve entre 255 et 362 m en amont du village, entre 347 et 255 m en aval et que vers Ch'ijee Bluff elle est entre 240 et 247 m, c'est-à-dire à la même altitude que dans la zone décrite

dans la section 3.1. Il existe donc une dénivellation maximale de 22,5 m sur une distance horizontale de 12 km soit une pente de presque de 2 m/km. C'est plus que la pente de la rivière au fil de l'eau: 0,2 m/km. (dénivellation de 3 m sur 18 km). Il s'en suit que l'altitude relative de la terrasse diminue de l'amont vers l'aval: le village d'Old Crow est à une dizaine de mètres au-dessus de la rivière tandis que vers Ch'ijee Bluff la terrasse alluviale ne l'est plus que à 4 ou 5 m. Entre la terrasse alluviale et le niveau de 300 m les terrasses sont inexistantes sauf dans la zone localisée à la confluence des deux rivières. À cet endroit, il existe une petite terrasse entre 270 et 285 m, puis un vaste replat entre 285 et 315 m. À la surface de ce dernier il existe des vastes traînées de blocs édifiées par la décharge de la rivière Old Crow dans la plaine de Bluefish, au moment de la vidange du lac glaciaire.

On constate que les lacs occupent une grande place dans la géomorphologie de la plaine alluviale. On y trouve des lacs thermokarstiques, des lacs formés par des méandres abandonnés et des lacs entre les bancs de méandres. On estime que les 3/10^e de la superficie sont recouverts par de l'eau. La morphologie dominante est, comme un peu plus en aval, associée à la migration des méandres qui recoupent parfois d'anciens chenaux, comme c'est le cas sur la photo 2.2. Il est à noter que le chenal visible sur cette photo s'observe aussi sur la photo aérienne et bien que 12 ans se soient écoulés entre les deux, l'érosion ne parait pas avoir fait reculer les berges. Un des méandres fossiles (Oxbow lake) le plus marqué est situé en face l'embouchure de la rivière Old Crow: la falaise morte mesure 8 km de long et 30 m de hauteur. Elle est plus longue que celle de Ch'ijee Bluff qui mesure presque 5 km mais elle est un peu moins élevée puisque Ch'ijee Bluff mesure 50 m de haut.

Le contact de la plaine alluviale sur sa marge nord est moins marqué par l'influence des méandres. C'est que le matériel est plus résistant que sur la marge sud. En effet, ce sont des roches

sédimentaires tertiaires qui affleurent sur toute la hauteur de la falaise alors que sur la marge sud, à Ch'ijee Bluff les sédiments tertiaires n'apparaissent qu'au pied de la falaise. L'allure rectiligne du contact entre la plaine alluviale et le pédiment qui la domine au nord pourrait s'expliquer par une faille. En effet, sur l'extrait de carte géologique (figure 1.3a), on constate qu'il existe des failles NE-SW parallèles à l'escarpement, la plus importante étant la faille Kaltag.

3.4.2 Sédimentologie

3.4.2.1 La terrasse du village d' Old Crow

La terrasse sur laquelle le village d'Old Crow est édifié est constituée à la base de 3 m de gravier surmonté de 6 m de sédiment fin, (Cooper et Hollingshead, 1973). La carrière au sud de l'aéroport est ouverte dans la nappe de gravier. Nous l'avons examiné et on a constaté que le matériel est presque exclusivement constitué de quartzites et de grès. Les granites sont absents ce qui laisse supposer que la mise en place s'est faite par un écoulement des eaux dirigé vers l'ouest. La sédimentation fine se fait par décantation. Nous avons eu un aperçu de la nature de celle-ci dans la cabine où nous logions. En effet, l'inondation de 1991 qui a atteint cette cabine avait laissé 2 à 3 mm de sédiments sur le matériel déposé sur le plancher. Par ailleurs, nous avons échantillonné les lacs situés entre l'aéroport et la falaise en arrière du village (photo couleur A-30852). On a constaté que le fond de ces lacs était constitué de 20 à 30 cm d'une vase grise, compacte, odorante qui certainement donne naissance au *musk* observé si souvent le long de la rivière. La compaction du matériel dans ces lacs est importante. On n'a pas réussi à enfoncer une sonde à plus de 30 cm de profondeur. L'observation que nous avons faite de lacs vidangés nous a montrés qu'effectivement,

il est difficile d'enfoncer des carottiers dans ces lacs, qu'ils soient d'origine thermokarstique ou associés à des chenaux abandonnés. Ceux situés au-dessus des zones inondables ne contiennent que 15 à 20 cm de matière organique de couleur brune reposant sur de l'argile très sombre. Ceux situés dans la zone inondable comme ceux du village d'Old Crow n'ont pas cette couche organique ou du moins, elle est trop liquide pour être récolté par un carottier. Celui-ci s'enfonce donc directement dans l'argile qui est très compacte.

3.4.2.2 La coupe 4 ou 18-6-A

Cette coupe est localisée à un kilomètre en aval de la carrière. La photo A4 montre sa localisation: sa base est entaillée par la rivière Porcupine tandis que son sommet, 17 m au-dessus de la rivière, se raccorde à une surface inclinée (figure 3.7). Il s'agit d'un cône de déjection, qui s'élève en direction du pédiment. La végétation varie suivant ces unités topographiques. Les berges de la Porcupine et le talus ne sont couverts que par quelques herbes, puis le cône de déjection se recouvre de peupliers et d'aulnes ou bouleaux et le pédiment d'épinettes noires.

L'analyse stratigraphique de la coupe 4 montre que de la surface à 5 m de profondeur le matériel est d'abord fin puis grossier. À partir de 5 m de profondeur jusqu'au niveau de la rivière, on est en présence de sable grossier et de limons. En fait, la coupe comporte 10 unités stratigraphiques horizontales distinctes constituées de plusieurs types de granulométries: tourbe, limon, sable et gravier (tableau 3.4).

Coupe 4

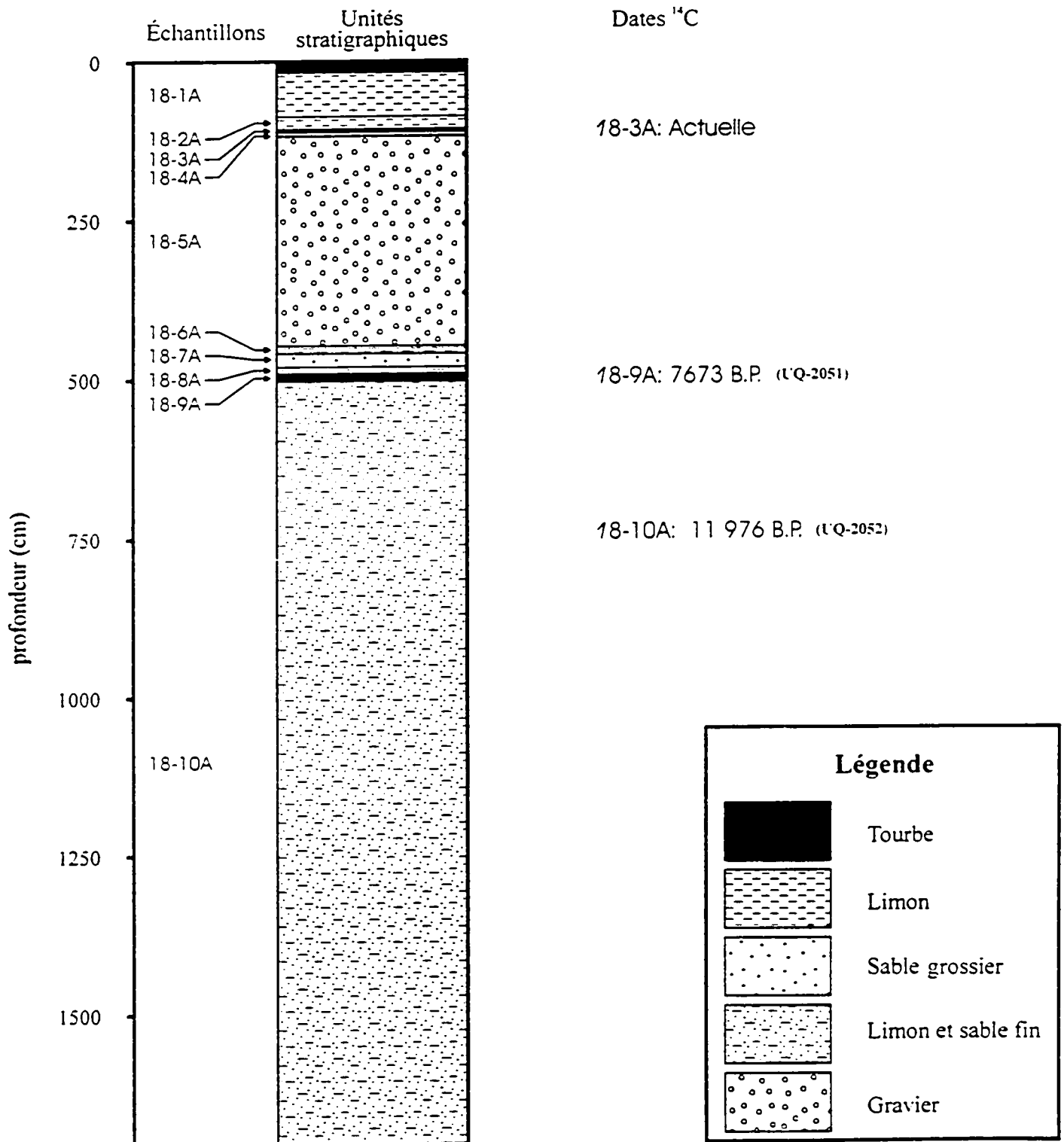


Figure 3.7: Présentation schématique de la coupe 4

Échantillons	Lithologie	Épaisseur (cm)	Structure (s)
18-1A	Sable fin	70	Aucune structuration nette
18-2A	Limon	20	Aucune structuration nette
18-3A	Tourbe	5	Massive
18-4A	Limon	7	Aucune structuration nette
18-5A	Gravier et sable grossier	328	Aucune structuration nette
18-6A	Sable fin et limon	12	Lits horizontaux
18-7A	Sable fin	21	Aucune structuration nette
18-8A	Sable fin	11	Lits horizontaux
18-9A	Tourbe	11	Massive
18-10A	Sable fin	1198	Lits horizontaux, Rides de courant

Tableau 3.4: Description sédimentologique de la coupe 4.

La caractéristique principale de cette coupe réside dans la présence de deux unités stratigraphiques massives: une première, de 3,6 m (18-5A) est constituée de gravier et de sable grossier; une seconde, de plus de 4 m d'épaisseur (18-10A), composée de sable fin.

Une autre caractéristique est la présence d'unités stratigraphiques composées de tourbe compacte. Une première unité, épaisse de 5 cm (18-3A), date de la période actuelle, et une deuxième, d'une épaisseur de 10 cm (18-9A) est datée de 7673 (+/-138) B.P. (UQ-2051). Une troisième date, obtenue à partir d'un tronc d'arbre en place, a donné un âge de 11 976 (+/-236) B.P. (UQ-2052)(18-10A).

En ce qui a trait aux structures sédimentaires, les unités à sable fin se caractérisent soit par l'absence de structures, par des lits horizontaux ou encore par des rides de courants à stratigraphie entre-croisée. Les unités composées de limon ou de gravier et de sable grossier se caractérisent également par l'absence de structures sédimentaires. La tourbe existe sous forme d'unités massives et compactes.

Le diagramme Md/Qd (phi) de la coupe 4 (figure 3.8) démontre la présence d'une seule population qui s'explique par une certaine homogénéité des échantillons. Cette population contient des échantillons à granulométrie très fine avec des médianes oscillant entre 62,50 et 19,45 microns

Diagramme Md/Qd (phi): Coupe 4

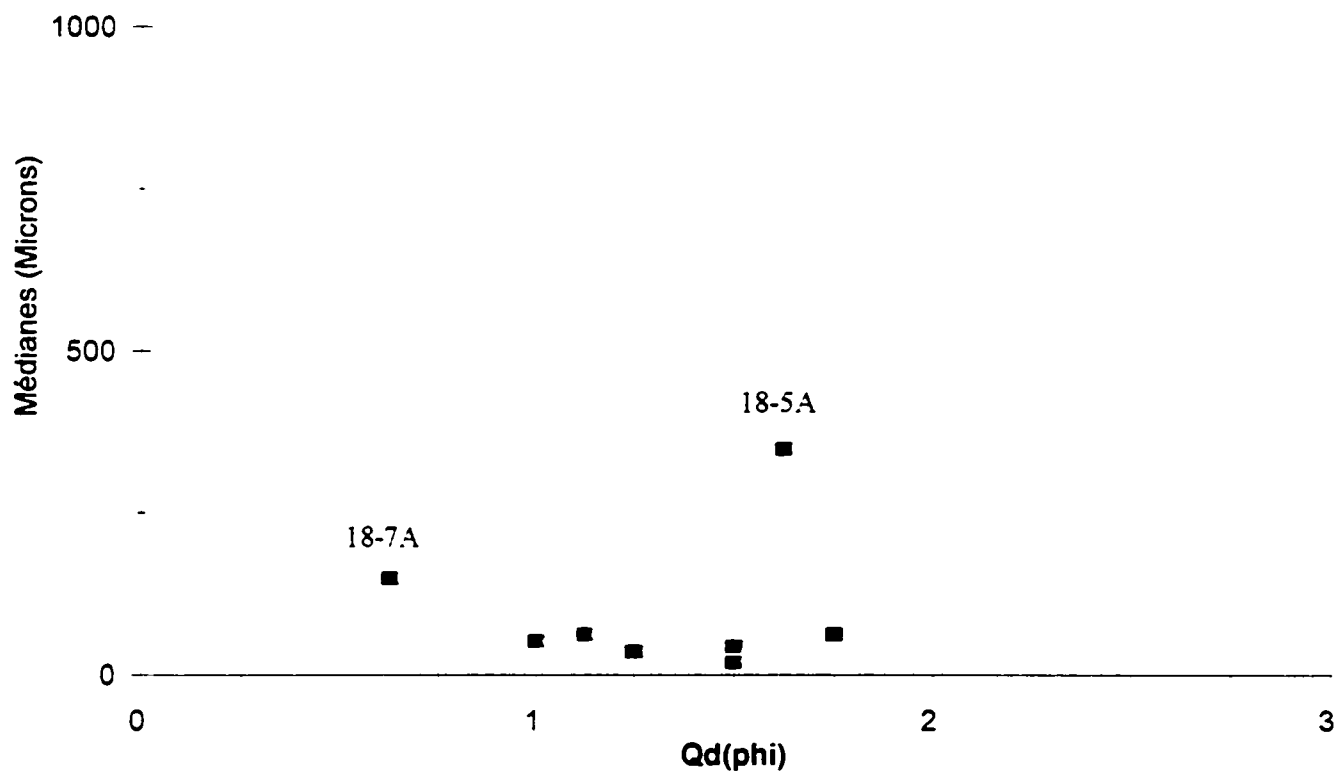


Figure 3.8: Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 4

(sable très fin à limon moyen). Les échantillons 18-5A et 18-7A représentent les deux seules exceptions avec des médianes de 350 et 149 microns respectivement. Les échantillons sont modérément triés avec des valeurs Q_d (ϕ) variant entre 1 et 1,75 ϕ . Les échantillons 18-5A et 18-7A sont respectivement bien et modérément triés.

La coupe 4 montre donc deux périodes sédimentaires. La première est associée à la rivière Porcupine qui a accumulé des sédiments assez fins. Une deuxième période correspond à l'arrivée de sédiments latéraux d'abord sous l'effet d'un ruissellement assez vigoureux pour mettre en place du gravier. Des datations situent la première période vers 11 ka B.P. tandis que la deuxième période correspond à la première partie de l'Holocène. Les processus actuels ne déposent que des limons car le versant est densément végétalisé.

3.4.2.3 La coupe 5 ou coupe 16-6-A

La coupe 5 est en face du village (photo A5 en annexe). Elle mesure 6 m de hauteur et presque chaque printemps, les eaux de la rivière Porcupine la recouvrent (figure 3.9). Vue du village elle apparaît très sombre, presque noire, et homogène. Notre échantillonnage confirme cette impression. Nous avons en effet constaté que de la base au sommet, elle n'était constituée que de limon recouvert par 15 à 20 cm de tourbe. Le pergélisol commençait directement sous cette tourbe. Le limon contenait beaucoup de matériel organique (branches, feuilles, gros morceaux de bois flottés) mais comme rien ne paraissait en place nous n'avons pas fait de datations au radiocarbone. Nous avons eu l'impression que la sédimentation était en cours, comme dans le cas de la coupe 3, avec cependant la différence qu'elle ne se produisait pas dans un méandre, mais dans une section où la rivière a un tracé horizontal. La sédimentation se produit lorsque le débordement de la rivière sur

Coupe 5

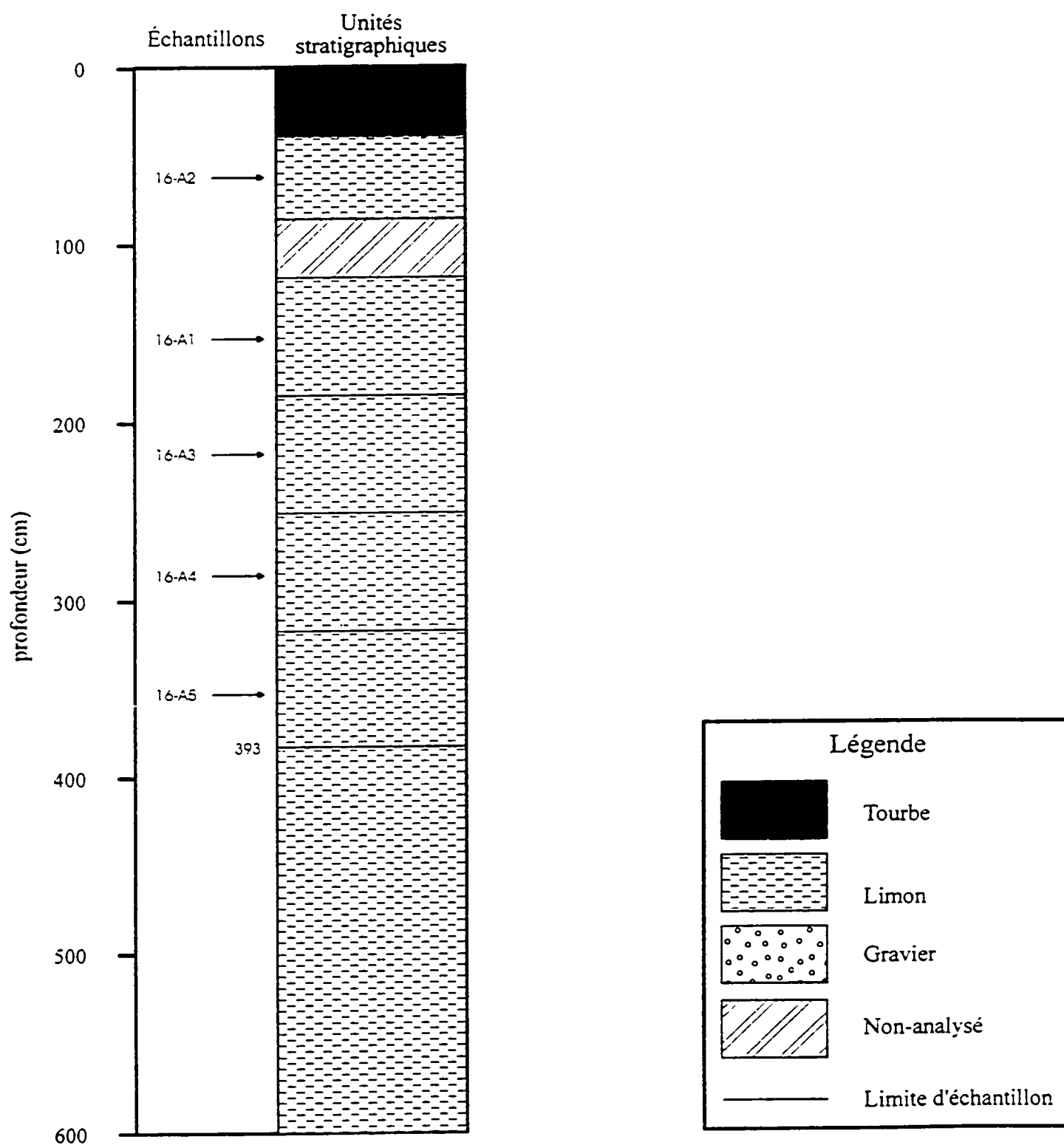


Figure 3.9 : Présentation schématique de la coupe 5

la terrasse entraîne une diminution du courant, ce qui provoque le dépôt des limons. La photo aérienne couleur illustre bien ce type de situation. La forêt, très dense dans ce secteur, contribue aussi à réduire la vitesse du courant. Aucun coin de glace n'a été observé dans la coupe à cause peut-être de la trop grande quantité de morceaux de bois qui sont enfouis.

L'analyse granulométrique a confirmé l'homogénéité et la finesse du matériel. La taille médiane oscille entre 62,5 et 18,45 microns (sable très fin à limon moyen). Deux échantillons sont un peu plus grossiers avec des médianes de 350 et 149 micros respectivement. D'après les valeurs $Q_d(\phi)$ l'ensemble du matériel présente un triage qui varie entre bien trié à modérément trié (figure 3.10).

3.4.2.4 Coupe 19-6-A et 21-6-A ou coupe 6

Les coupes 19-6-A et 21-6-A se trouvent de part et d'autre de Ch'ijee Bluff. La coupe 19-6-A n'a pas cependant été échantillonnée. Elle mesure 3 m de hauteur. Nos observations indiquent qu'il s'agit de limons massifs. Une centaine de mètres en amont du site les coins de glace abondent. Deux datations ont été faites par Lauriol et Duchesne (1995) sur de la tourbe au-dessus des coins de glace et semblent indiquer qu'il s'agit d'une zone assez jeune. Les résultats ont été de 1159 B.P. (+/- 149)(UQ-2017) et 718 B.P. (+/- 149)(UQ-2016). Ce sont les plus jeunes âges obtenus.

La coupe 6 ou 21-6-A se trouve à la sortie du méandre. Elle mesure 5 m de hauteur et comme les coupes 19-6-A, il s'agit essentiellement de limon, avec beaucoup de morceaux de bois (figure 3.11). Située à la sortie du méandre il s'agit d'une zone favorable à la décantation. Une date radiocarbone a fourni un âge de 6559 B.P. (+/- 161)(UQ-2054) ce qui indique que la terrasse s'est formée vers le milieu de l'Holocène. Les analyses granulométriques montrent une seule population

Diagramme Md/Qd (phi): Coupe 5

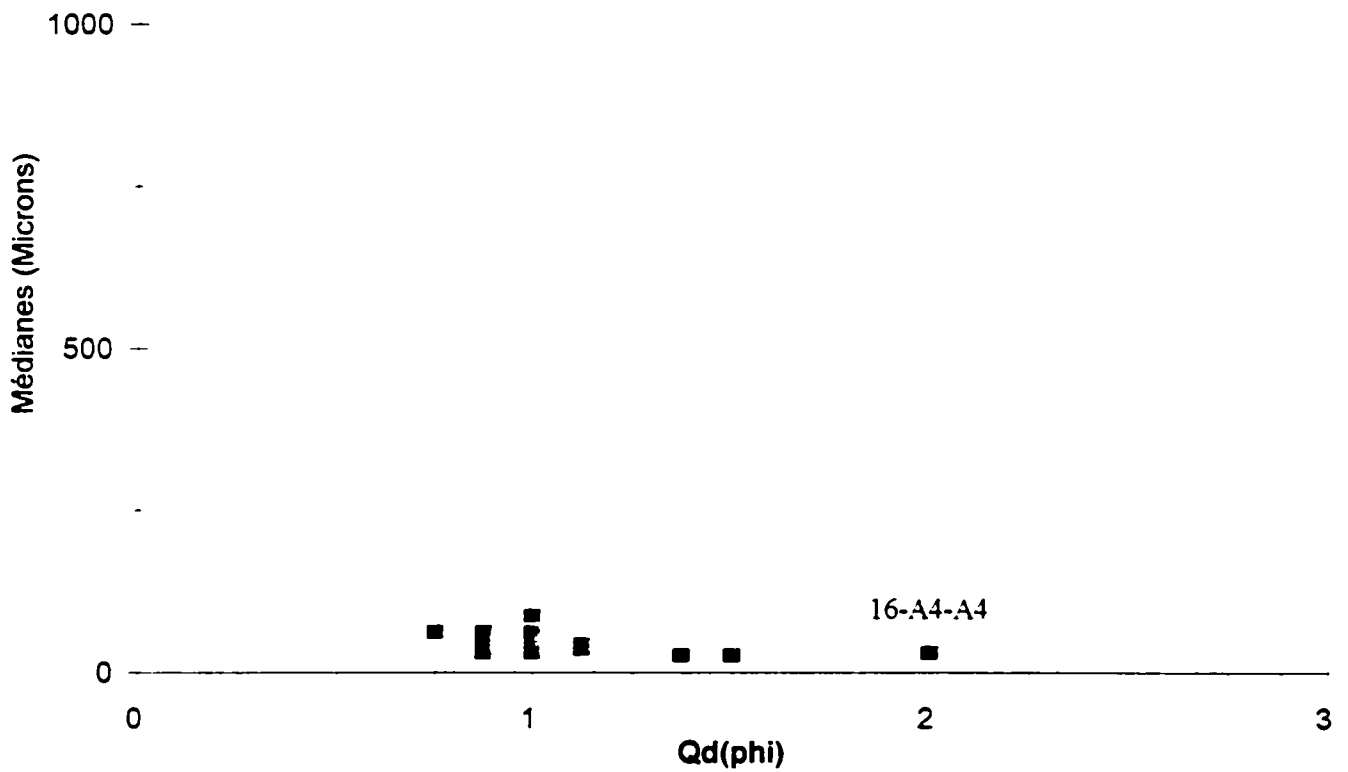


Figure 3.10: Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 5

Coupe 6

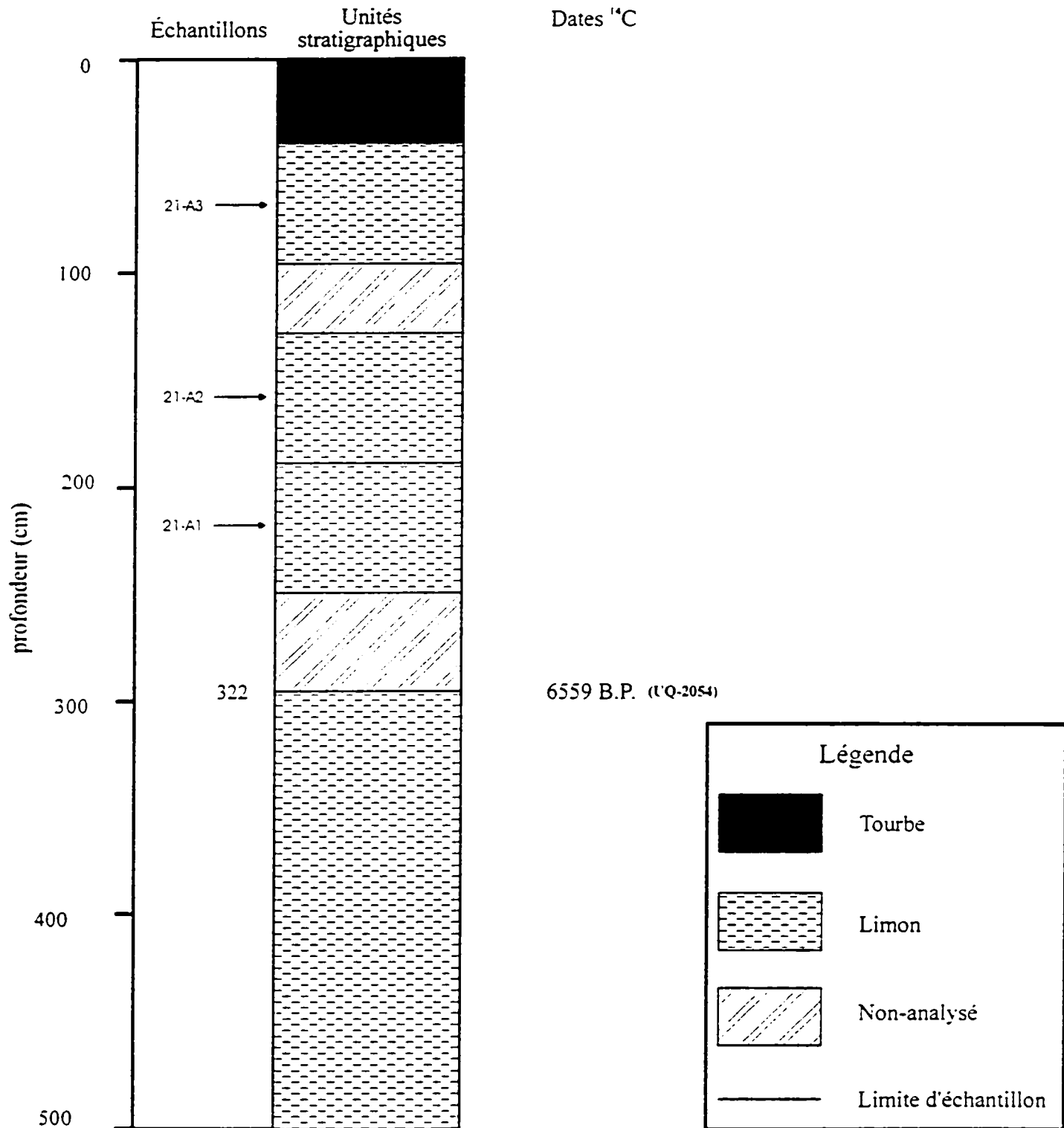


Figure 3.11 : Présentation schématique de la coupe 6

(figure 3.12). Elles indiquent que les médianes sont concentrées entre 31 et 11,7 microns (limon grossier à limon fin). Comme la coupe 5, elle comprend des sédiments allant de bien triés à modérément triés avec des valeurs $Q_d(\phi)$ variant entre 0,875 et 1,5 ϕ .

3.4.3 Synthèse

La région de la confluence des rivières Porcupine et Old Crow possède deux terrasses étagées une à 285-315 m et l'autre à 270-293 m. A cause de leur altitude elles ont été façonnées très peu de temps après la vidange du lac Old Crow qui dans la plaine de Bluefish s'est produite vers 14 ka BP. Une date radiocarbone de presque 12 000 ans issue de la coupe 5 indique que très rapidement après la vidange la rivière a atteint une altitude proche de son niveau actuel. Elle aurait creusé 50 m dans la plaine en environ 2 000 ans.

Depuis cette date il semble que la rivière ait méandré et façonné la plaine alluviale actuelle. Elle a sûrement défait et reconstruit à plusieurs reprises aux mêmes endroits des terrasses par accrétion verticale et latérale comme c'est le cas dans les coupes 4, 5 et 6. Sur la figure 3.13, on a tenté d'imaginer l'histoire des méandres abandonnés et des méandres actuels à Ch'ijee Bluff. La première figure illustre la situation quand le méandre Ch'ijee Bluff n'existait pas. Les sédiments de la coupe 6 étaient cependant mis en place (âge de 6,5 ka B.P.). La rivière dessinait le méandre A qui au point a a été recoupé (Passé 1). À la suite de cet événement, la vitesse du courant a été modifiée et le méandre de Chi'jee Bluff a commencé à se former. Le méandre B s'est accentué et a érodé en b jusqu'au point où il a recoupé le méandre C (Passé 2). À partir de ce moment, les deux méandres abandonnés (C et A) ont enserré Ch'ijee Bluff (Présent). Quand on observe les photos aériennes on se rend compte qu'il est probable que Ch'ijee Bluff va bientôt être recoupé en c. À partir de ce

Diagramme Md/Qd (phi): Coupe 6

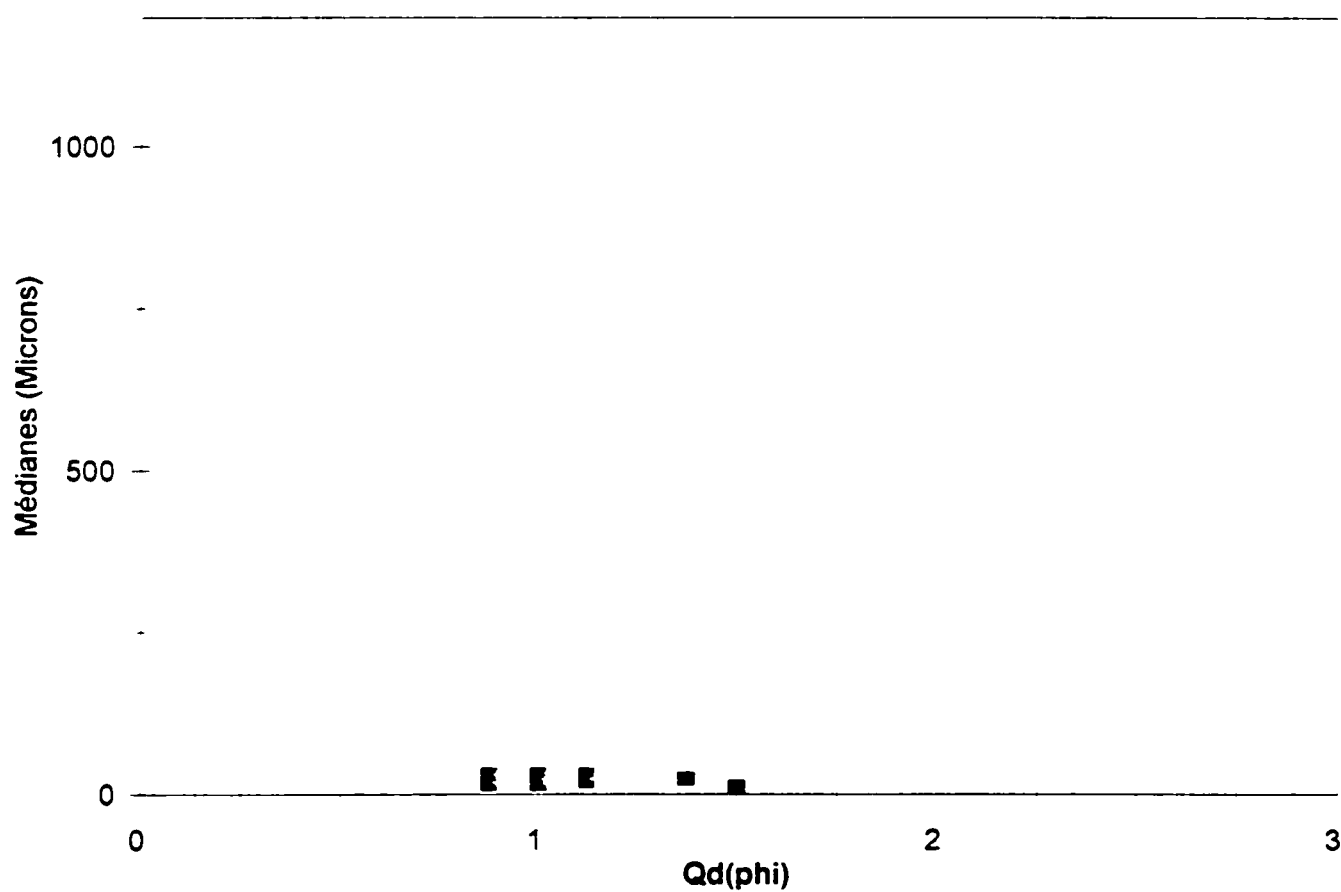
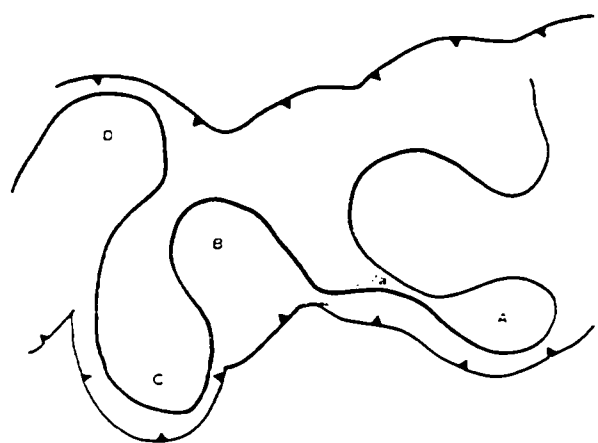
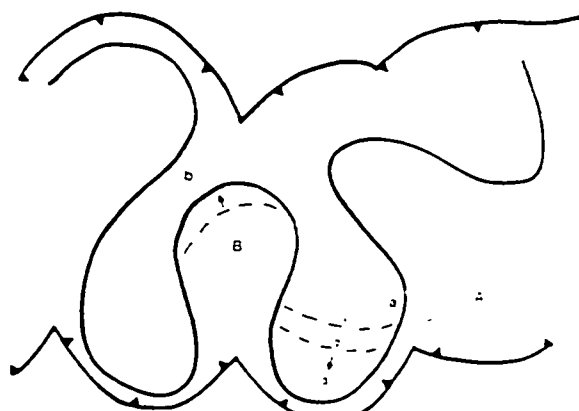


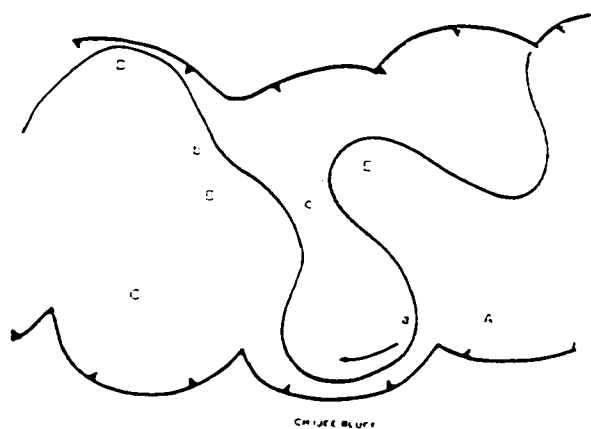
Figure 3.12: Diagramme Md/Qd (phi) pour la coupe 6



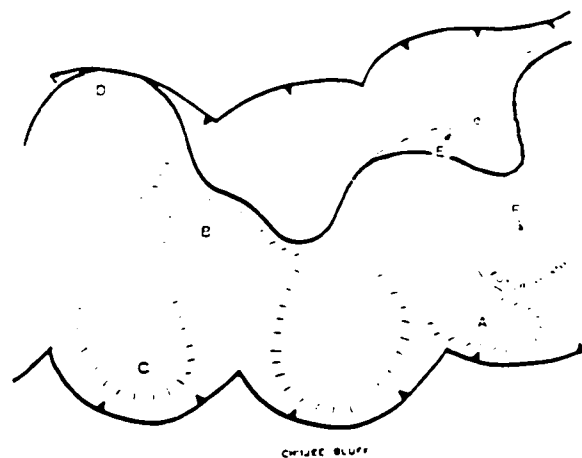
Passé #1



Passé #2



Présent



Futur

Figure 3.13: Evolution des méandres de la région Ch'ijee Bluff.

moment il est difficile de prévoir comment la rivière va évoluer. On a cependant imaginé que si la vitesse du courant augmente, les méandres **E** et **F** situés en amont vont s'accroître (Futur).

CHAPITRE 4

SYNTHÈSE

4.1 INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous effectuerons une synthèse des données analytiques. On établit d'abord une corrélation entre les diverses terrasses observées et décrites dans le chapitre précédent. Ensuite, on situe nos résultats dans le contexte du bassin versant de la rivière Porcupine. On montre qu'après une incision rapide entre 14 et 12 ka B.P., accompagnée de la formation de terrasses étagées, la rivière Porcupine a édifié une plaine alluviale. On a distingué à l'intérieur de cette plaine une basse terrasse holocène et une terrasse moderne. Pour arriver à comprendre l'évolution de la rivière dans la plaine d'Old Crow, on situe son histoire par rapport à l'évolution du réseau hydrographique de la Porcupine à la fin du Pléistocène et à l'Holocène.

4.2 LES TERRASSES ÉTAGÉES DE LA RIVIÈRE PORCUPINE

4.2.1 La terrasse de 292 m

La figure 4.1 montre les terrasses de la rivière Porcupine entre les Ramparts à l'ouest et la région de la confluence avec la rivière Old Crow. En dessous de 300 m, on distingue une terrasse à 292 m dont le vestige le plus évident est le sommet plat de la butte résiduelle qui se dresse à l'embouchure de la rivière Bluefish. Il est probable que ce niveau ait été mis en place à la fin de la

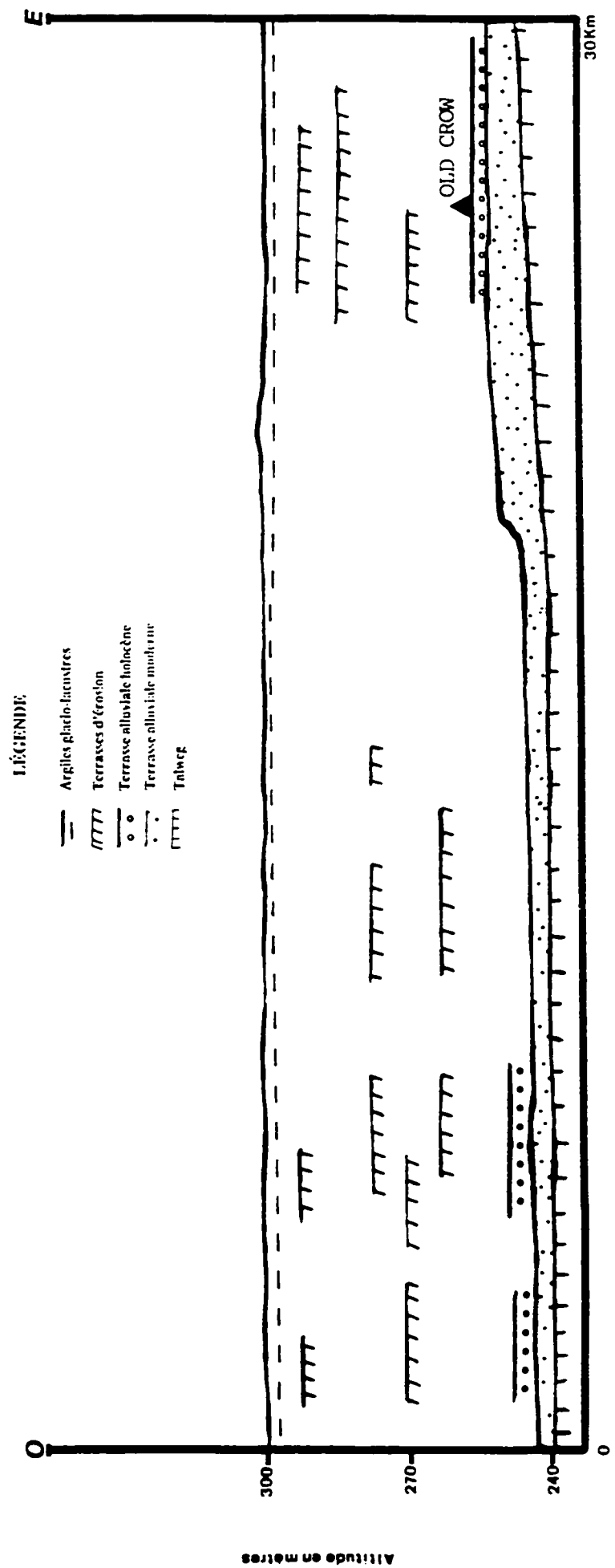


Figure 4.1: Distribution altitudinale des terrasses de la rivière Porcupine entre le talweg et le niveau de 300 m.

vidange du lac Old Crow.

4.2.2 Les terrasses de 275 m et 270 m

Ce sont deux terrasses bien identifiables. Vers la confluence de la rivière Bluefish avec la rivière Porcupine, on les trouve de part et d'autre de la vallée, ce qui laisse supposer que dès le début, la Porcupine a creusé une plaine de la même largeur que la vallée actuelle, c'est-à-dire de 6,5 km de large en moyenne. En amont, les deux terrasses étagées sont les plus vastes à l'intérieur de la région étudiée. Aucune datation n'a été faite sur celles-ci. On sait seulement qu'elles sont plus jeunes que 14 ka B.P. car situées en dessous de la date T1 de Caribou Bar.

4.2.3 La terrasse de 262 m

Cette terrasse ne se trouve qu'à l'embouchure de la rivière Bluefish. Elle s'étend au pied de la butte résiduelle et à l'ouest de cette rivière sous forme d'un étroit replat. On l'a incluse à l'intérieur des terrasses étagées mais l'absence d'observations sédimentaires pourrait ouvrir la porte à d'autres interprétations.

4.3 LES TERRASSES EMBOITÉES

4.3.1. La terrasse alluviale holocène

Ce qu'on désigne par terrasse holocène correspond, en amont de la plaine, à la surface de 255

m sur laquelle le village d'Old Crow est construit et à la coupe 4. On considère aussi que les terrasses dans lesquelles on a échantillonné les coupes 1 et 2, à l'aval, en font partie. Les datations acquises indiquent une mise en place à la fin du Pléistocène ou au début de l'Holocène. Il peut arriver que les plus fortes crues atteignent encore ces surfaces et laissent des sédiments fins. Un des traits dominants est la présence de cônes de déjection et de colluvions sur leur surface. Cela s'explique surtout par le fait que ce n'est que dans le voisinage des versants de la plaine alluviale que les sédiments anciens ont été conservés. Ces cônes de déjection ont une sédimentation assez grossière mais surtout très variable, avec une alternance de matières organiques et minérales. Cela s'explique probablement par la sédimentation irrégulière, propre aux cônes de déjection (Catto, 1996). La granulométrie du matériel fluviatile varie d'une coupe à l'autre: elle est parfois grossière d'autres fois assez fine. Cela s'explique par le lieu de la sédimentation: en zone calme (coupe 2) ou encore en zone de courant rapide (coupe 1).

4.3.2 La terrasse alluviale moderne

La terrasse alluviale moderne occupe la plus grande partie de la région étudiée (coupes 3, 5 et 6). Elle forme une surface à quelques mètres au-dessus de la rivière Porcupine en été. Au printemps, lors des fortes crues, de vastes étendues sont recouvertes par l'eau qui dépose des limons. L'âge des sédiments qui la compose est très variable. Certains sont modernes tandis que d'autres sont aussi vieux que 6 ka B.P. Leur granulométrie a plutôt tendance à être fine, ce qui s'explique en partie par la situation au centre du bassin de Bluefish. En effet, dans les bassins, les sédiments les plus fins sont au centre et les plus grossiers en périphérie.

4.4 RELATION ENTRE NOTRE ÉTUDE ET L'ÉVOLUTION DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE

Pour en arriver à bien comprendre l'histoire des terrasses situées en-dessous de 300 m dans la plaine de Bluefish, il faut les situer dans l'évolution du bassin hydrographique de la rivière Porcupine. La figure 4.2 montre un profil allant de la Passe McDougall jusqu'à la confluence de la rivière Porcupine avec le fleuve Yukon, en Alaska. On n'a indiqué pour la rivière que les terrasses situées sous l'altitude de 300 m. Cette terrasse s'étend du bassin de la rivière Bell jusqu'à Caribou Bar, c'est-à-dire l'entrée des Ramparts. Elle correspond au fond du paléolac Old Crow. Au-delà, en Alaska, la terrasse de 300 m se raccorde à la terrasse fluviale étudiée par Thorson et Dixon (1983) (stage 7). D'après ces auteurs, elle daterait de près de 30 000 ans, ce qui semble être confirmé par Lauriol *et al.* (1997) qui ont proposé le scénario suivant:

le lac Old Crow aurait atteint l'altitude de 330 m puis il se serait rapidement vidangé en creusant les Ramparts jusqu'à quelques temps après 26 000 ans. Il y aurait eu une période d'intense sédimentation, mais seulement dans la section des Ramparts en Alaska, comme l'ont démontré Thorson et Dixon (1983). Après cet épisode de sédimentation, la rivière Porcupine aurait peu creusé: un lac de quelques mètres de profondeur aurait subsisté. Il était peut-être à sec pendant certaines périodes, notamment vers 18 000 ans, une des périodes les plus froides du dernier âge glaciaire.

Vers 15 000 ans, l'activité fluviale a repris et l'érosion des Ramparts a recommencé. À partir de cette date, l'érosion a été très rapide. Une date de 11,8 ka B.P. indique que la rivière avait atteint un niveau proche de l'actuel et recommencé à alluvionner. Quelques terrasses étagées subsistent de cet enfoncement rapide. Comme elles existent de part et d'autre de la plaine alluviale, on est tenté de penser que dès le début de l'incision, la plaine avait une largeur voisine de l'actuelle.

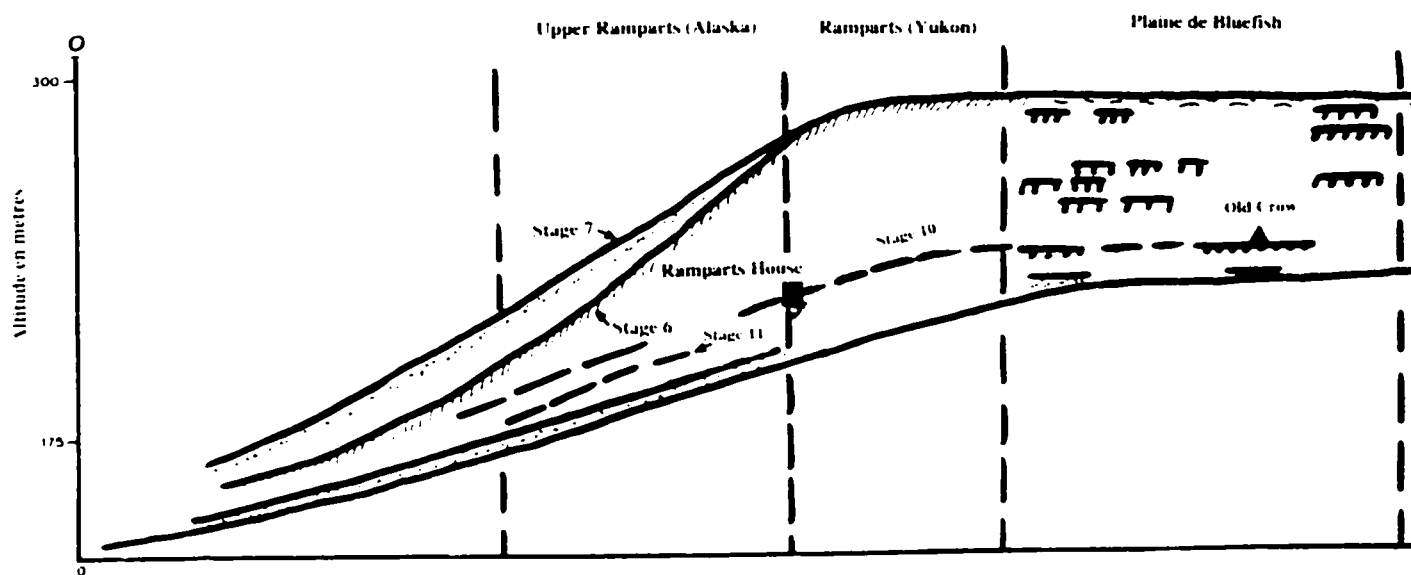
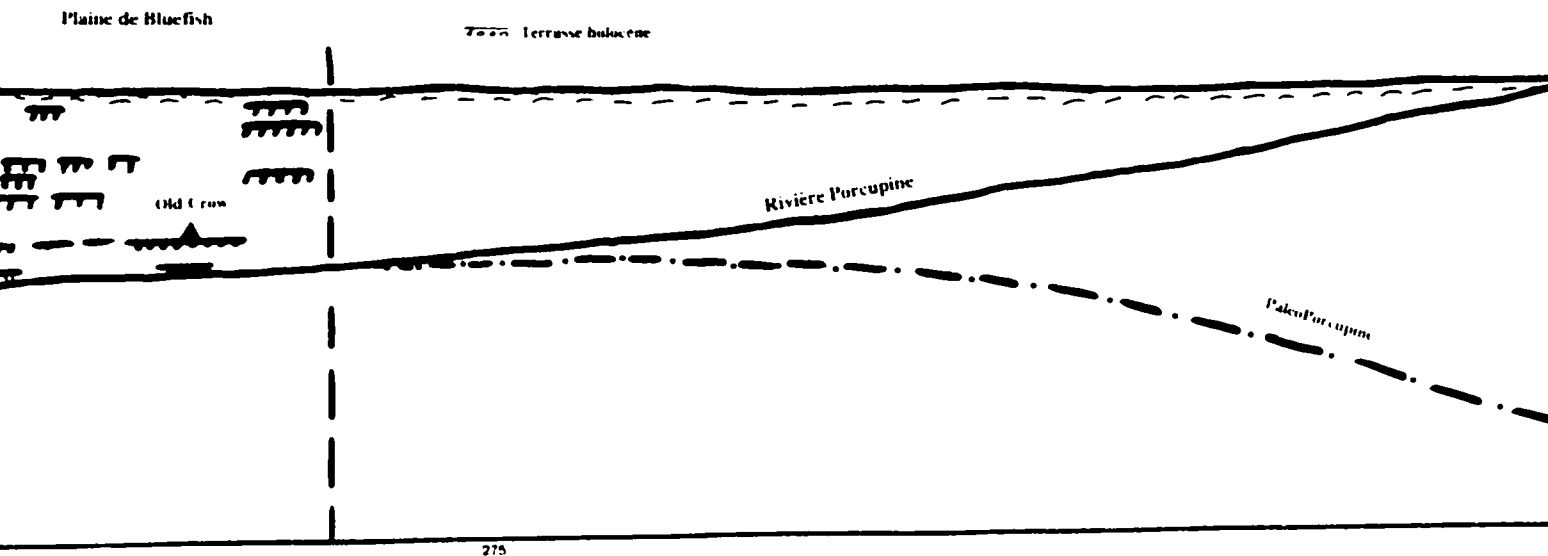


Figure 4.2: Profil synthétique des terrasses de la rivière Porcupine en Alaska et au Yukon et localisation du front glaciaire.

LEGENDE

-  Argiles glacio-lacustres
-  Front glaciaire
-  Paléo-Porcupine
-  Talweg
-  Terrasse alluviale moderne
-  Terrasse d'érosion
-  Terrasse holocène



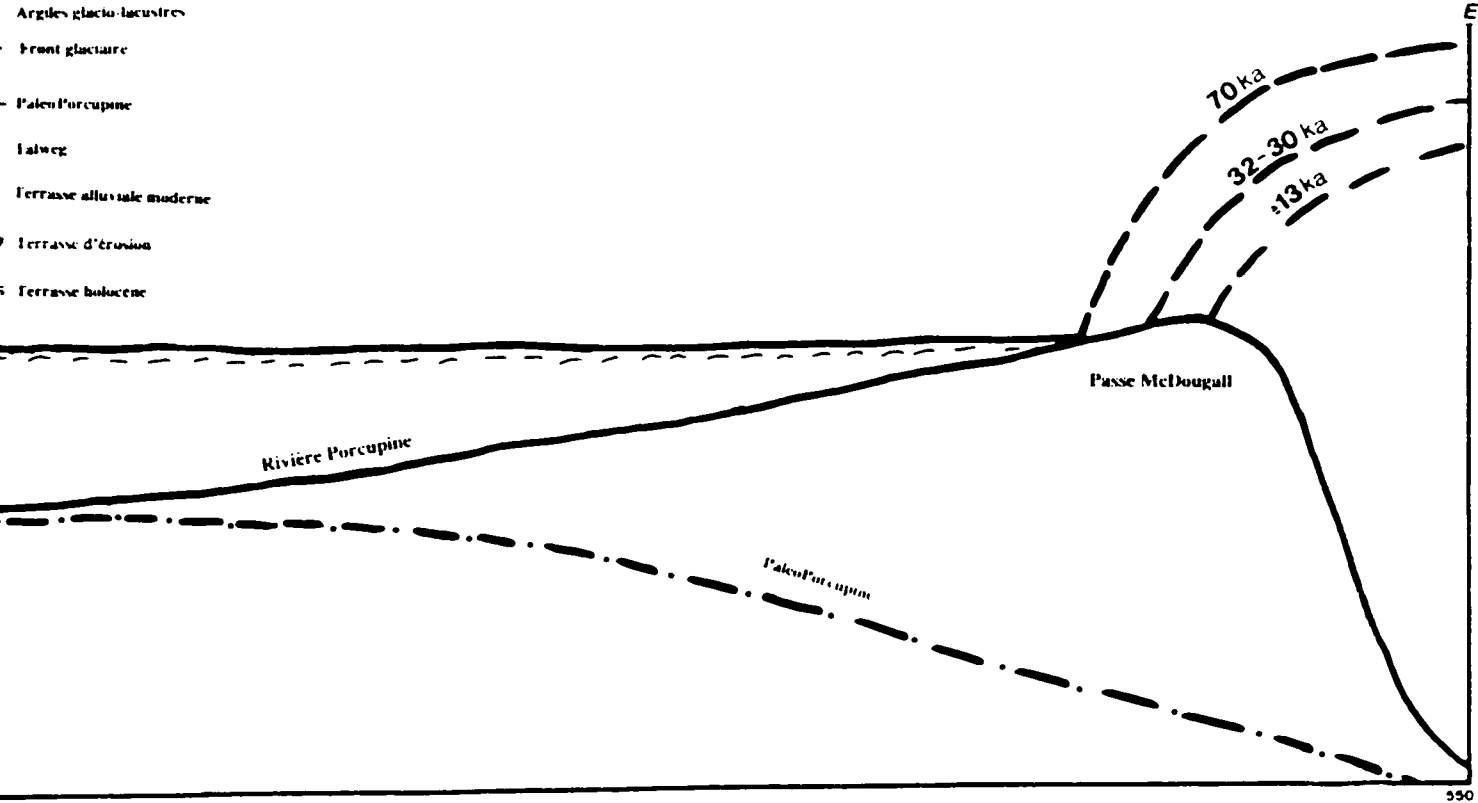
275

(en Km)

Rivière Porcupine
au front glaciaire.

LÉGENDE

- Argiles glacio-lacustres
- Front glaciaire
- Paleo Porcupine
- Salweg
- Terrasse alluviale moderne
- Terrasse d'érosion
- Terrasse holocène



(Km)

Vers 12 ka B.P., ou un peu avant, la rivière Porcupine s'est enfoncée de près de 50 m et a atteint localement (à Ch'ijee Bluff et à la coupe 1) les sédiments tertiaires plus consolidés que ceux du Pléistocène. Quelle fut la cause d'un encaissement aussi rapide? Il ne semble pas que ce soit seulement dû à une humidification du climat. On a vu dans le chapitre 1 que le climat demeurait assez sec jusqu'à la toute fin du Pléistocène. Une possibilité serait que la réavancée glaciaire survenue dans la vallée du Mackenzie (Lemmen *et al.* 1994, Catto, 1996) vers 13 000 ans ait atteint la Passe MacDougall. À ce moment là, il y aurait eu une décharge fluvio-glaciaire intense capable d'éroder rapidement les Ramparts comme ce fut le cas entre 32 et 30 ka B.P. Cette hypothèse semble vérifier celle émise par Thorson et Dixon (1983), à savoir que les stages 10 et 11 correspondraient à une décharge fluvio-glaciaire.

Dans la plaine d'Old Crow, il y eu une date de 12 ka B.P. à près de 300 m d'altitude sur des sédiments fluviatiles, et une date de 11-10 ka B.P. sur *Anadonta beringina* au niveau de la rivière actuelle ou un peu plus haut. Comme dans la vallée de la Porcupine, le creusement aurait été rapide, mais on ne peut invoquer l'écoulement fluvio-glaciaire. On peut constater cependant qu'il y a un décalage chronologique entre les deux périodes d'érosion, ce qui nous amène à penser que ce n'est qu'après l'entaille de la plaine de Bluefish que celle d'Old Crow eu lieu par érosion régressive.

La terrasse holocène identifiée dans la plaine de Bluefish (coupes 1 et 4 entre autres) correspondrait à une phase de sédimentation probablement rapide qui aurait suivi ou accompagné la fin de la décharge glacio-lacustre. Il se serait donc produit le même phénomène qu'après 30 000 ans: à la fin de la vidange de lac Old Crow il y a eu en Alaska une sédimentation pouvant atteindre une vingtaine de mètres (site dit de la Dune de Thorson et Dixon, 1983).

La terrasse moderne s'est édifiée à partir de la terrasse précédente. Il n'est pas sûr qu'il y ait eu un changement de régime fluviatile entre les deux. Mais on a l'impression quand on examine les

résultats qu'il y a eu une érosion après la mise en place de la terrasse holocène, érosion associée à la migration incessante des méandres. Les datations, radiocarbone suggèrent aussi une certaine stabilité depuis la mi-Holocène qui aurait permis la mise en place des coins de glace.

CONCLUSION

Au terme de notre étude, nous sommes en mesure de reconstruire l'histoire alluviale de la rivière Porcupine dans la plaine de Bluefish. Dans un premier temps, les résultats démontrent la présence de terrasses d'érosion mises en place lors d'une incision rapide située entre 14 et 12 ka B.P. Cet encaissement rapide serait relié à l'érosion des Ramparts par une décharge fluvio-glaciaire provenant d'une avancée glaciaire survenue dans la vallée du Mackenzie vers 13 ka B.P. Par la suite, la rivière aurait mis en place une terrasse alluviale dite holocène, qui correspondrait à une phase de sédimentation intense qui aurait suivi ou accompagné la fin de la décharge glacio-lacustre. La granulométrie du matériel fluviatile varie considérablement d'un endroit à l'autre: parfois il est grossier, d'autres fois il est fin.

La terrasse alluviale dite moderne se serait édifiée à partir de la terrasse précédente. Elle se situe à quelques mètres de la surface de la rivière Porcupine. L'âge des sédiments est très variable et leur granulométrie a plutôt tendance à être fine. Lors des crues printanières, de vastes étendues se font recouvrir par l'eau qui dépose des quantités considérables de limons.

Au terme de notre étude, nous pensons avoir répondu à nos deux objectifs:

A- L'âge du creusement: il se situe certainement avant 12 ka B.P. Il est donc antérieur à celui de la rivière Old Crow.

B- Après la phase d'érosion entre 14 et 12 ka B.P., on note une phase majeure de sédimentation, suivie d'une érosion par une rivière dessinant des méandres, et construisant la basse terrasse alluviale. Celle-ci paraît être assez stable depuis la mi-Holocène, ce qui a permis l'établissement de coins de glace.

Peut-on relier toute évolution fluviale aux changements climatiques? Cela en fait est plus complexe. L'évolution fluviale est le résultat de l'interaction de plusieurs variables: vers 12-14 ka B.P., par exemple, le climat froid et sec n'était pas en mesure de fournir l'eau nécessaire à l'érosion des Ramparts, mais ce fut l'eau de fonte des glaciers qui a fourni l'énergie nécessaire.

Le refroidissement survenu pendant la deuxième moitié de l'Holocène, aurait été accompagné d'une stabilisation du régime hydrologique lequel aurait réduit la dynamique de la rivière (c'est-à-dire, plus de stabilité des berges). La première moitié de l'Holocène, plus chaude, aurait peut être été accompagné d'un régime hydrologique plus instable favorisant une plus grande dynamique du lit de la rivière.

BIBLIOGRAPHIE

- BAKER, V.R., KOCHER, R.C. et PATTON, P.C. 1988. *Flood geomorphology*. Éditions Wiley, 503 pages.
- BULL, W.W., (1991). *Geomorphic responses to climatic change*. Oxford University press, 326 pages.
- BRIGGS, D.1977. *Sediments: Sources and Methods in Geography*. Éditions Butterworths, London, 190 pages.
- BURN, C.R. 1994. Permafrost, tectonics, and past and future regional climate change, Yukon and adjacent Northwest Territories, *Canadian Journal of Earth Sciences*, volume 31, p.182-191.
- CATTO, N.R. 1996. Richardson Mountains, Yukon-Northwest Territories: The northern Portal of the Postulated "Ice Free Corridor", *Quaternary International*, volume 32, p.3-19.
- CENTRE DE TÉLÉDÉTECTION DU CANADA, Photo satellite du nord du Yukon, 1976.
- COOPER, R.H. and HOLLINGSHEAD, A.B. 1973. River Bank Erosion in Regions of Permafrost. In *Fluvial Processes and Sedimentation: Proceedings of Hydrology Symposium*, National Research Council Associate Committee on Geodesy and Geophysics Subcommittee on Hydrology, p. 274-275.
- COQUE, R. 1993. *Géomorphologie*. Éditions Armand Colin, Paris, 503 pages.
- DUK-ROBIN, A. et HUGHES, O.L. 1992. Age relationships of Laurentide and Montane Glaciations, Mackenzie Mountains, Northwest Territories. *Géographie physique et Quaternaire*, volume 45, p. 79-90.
- EDWARDS, M.E. et BARKER, E.D. 1994. Climate and vegetation in northeastern Alaska 18,000 yr B.P - Present. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, palaeoecology*, volume 109, p. 127-135.
- EHLERS, J. 1996. *Quaternary and glacial geology*. Wiley, 578 pages.
- ELIAS, S.A. 1995. *Alaskan National Parks: The Ice-Age History*. Éditions Smithsonian Institution Press, Washington, 150 pages.

- ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES. [Photo aérienne]. 1 : 49 000. A 22879-48.
Ottawa: E.M.R., 1972.
- ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES. [Photo aérienne]. 1 : 49 000. A 22880-197.
Ottawa: E.M.R., 1972.
- ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES. [Photo aérienne]. 1 : 49 000. A 22880-222.
Ottawa: E.M.R., 1972.
- ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES. [Photo aérienne]. 1 : 49 000. A 22880-150.
Ottawa: E.M.R., 1972.
- ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES. [Photo aérienne]. 1 : 5 400. A 30852.
Ottawa: E.M.R., 1972.
- ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES DU CANADA, "Old Crow: Yukon Territory".
1 : 50 000. numéro 116 O 12, Ottawa, 1973.
- ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES DU CANADA, "Lone Mountain.: Yukon Territory".
1 : 50 000. numéro 116 O 5, Ottawa, 1973.
- ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES DU CANADA, "Twin Lake: Yukon Territory".
1 : 50 000. numéro 116 N 8, Ottawa, 1973.
- ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES DU CANADA, "Old Crow Range: Yukon Territory".
1 : 50 000. numéro 116 N 9, Ottawa, 1973.
- ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES DU CANADA, "Old Crow: Yukon Territory".
1 : 250 000. numéro 116 O & 116 N 12, Ottawa, 1989.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 1982. *Normales climatiques au Canada, 1951 à 1980*.
Températures et précipitations. Le nord-T.Y. et T.N.-O. Publication du programme
climatique canadien, Ottawa, 55 pages.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 1987. *Climate of Yukon*. Service de l'environnement
atmosphérique, Ottawa, 323 pages.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 1988. *Sommaire chronologique de l'écoulement*. 1961-1986.
Yukon et Territoire du Nord-Ouest. Division des relevés hydrologiques du Canada.
Ottawa. 145 pages.
- GALE, S.J. et HOARE, P.G. 1991. *Quaternary Sediments*. Belhaven Press, London, 323
pages.

- GEURTS, M-A. et DEWEZ, V. 1985. Le Pingo d'Aishihik sud-ouest du Yukon: caractères morphogénétiques et cadre temporel. *Géographie physique et Quaternaire*, volume 39, numéro 3, p.291-298.
- GULLENTOPS, F. 1993. *Grain size analyses of suspension by discontinuous subtraction*. Manuscrit non-publié.
- HARINGTON, C.R. 1977. *Pleistocene mammals of the Yukon Territory*, Unpublished Ph.D. dissertation. Departement of Zoology, University of Alberta, Edmonton, Alberta, 1060 pages.
- HUGHES, O.L. 1971. Northern Yukon Territory, and Northwestern District of Mackenzie. Surficial Geology. Geological Survey of Canada. Map 1319A.
- HUGHES, O.L., HARINGTON, C.R., JANSSENS, J., MATTHEWS, J.V., MORLAN, R.E., RUTTER, N.W. and SCHWEGER, C.E. 1981. Upper Pleistocene Stratigraphy, Paleocology, and Archeology of the northern Yukon Interior, eastern Beringia. 1: Bonnet Plume Basin, *Arctic*, volume 34, p.329-365.
- HUGHES, O.L. 1987. The late Wisconsinan Laurentide glacial limits of northwestern Canada: The Tutsieta Lake and Kelly phases: Geological Survey of Canada, Paper 85-25, 19.
- HUGHES, O.L., RUTTER, N.W., MATTEWS, J.V. Jr. et CLAGUE, J.J. 1989. *Régions non-englacées*. (Stratigraphie et histoire du Quaternaire. Inlandsis de la Cordillère). In: *Le Quaternaire du Canada et du Groënland*, chap. 1, sous la direction de R.J. Fulton, Commission géologique du Canada, Géologie du Canada, vol. 1. Aussi in: *The Geology of North America*, vol. K-1, Geological Society of America.
- INGRAM, R.L. 1971. *Sieve analysis*. Dans *procedures in sedimentary petrology*. Éditions Carver R.E., Wiley-Interscience, Wiley & Sons, Toronto, p. 49-76.
- KNOX, J.C. 1983. Responses of river systems to Holocene climates. In Wright, H.E. (ed.): *Late Quaternary Environments of the United States*, Volume 2: The Holocene: 26-41. Minneapolis : University of Minesota Press.
- LAURIOL, B., DUCHESNE, C. et CLARK, I.D. 1995. Systématique du Remplissage en Eau des Fentes de Gel: les résultats d'une étude Oxygène-18 et Deutérium. *Permafrost and Periglacial Processes*, volume 6, p.47-55.
- LAURIOL, B. 1997. *Chronology of the Porcupine river Ramparts burrowing in Yukon: It's relationship with lacustrine flooding of Old Crow and Bluefish plaines during Wisconsinan and it's implication for th glacial front history*. Manuscrit non-publié.

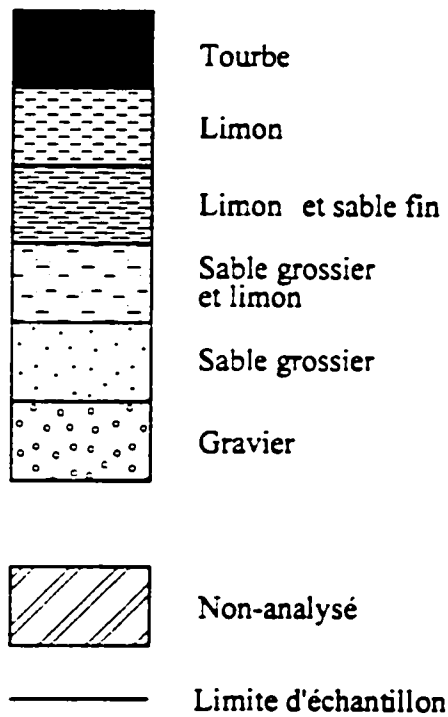
- LEMMEN, D.S., DUK-ROBIN, A., et BEDNARSKI, J.M. 1994. Late drainage along the northwestern margin of the Laurentien ice sheet. *Quaternary Science Reviews*, volume 13, p.805-828.
- MACKAY, J.R. 1992. Lake stability in an ice-rich permafrost environment: examples from the western arctic coast. Dans R.D. Robarts and M.L. Bothwell, (ed) *Aquatic Ecosystems in Semi-Arid Regions: Implication for Ressources Management*. Saskatoon: Environment Canada, p.1-26
- MORLAN, R.E. 1980. *Taphonomy and archaeology in the upper Pleistocene of the northern Yukon Territory; A glimpse of the peopling of the new world*. Archaeological Survey of Canada, volume 94, 398 pages.
- NORTHEY, M. et KNIGHT, D.B. 1992. *Making Sense In Geography And Environmental Studies: a Student's guide to research, writing, and style*, Oxford University Press, Toronto, 221 pages.
- NORRIS, D.K. "Map 5118A, Geology Old Crow, Yukon Territory". 1: 250 000. 1976. Commission Géologique du Canada.
- OVENDEN, L. 1986. Developmental Patterns in Peat Deposits of Former Lake Basins in Northern Yukon. Dans AMQUA, 9th Biennial Meeting, Champaign, Illinois, Program and Abstracts, p.159.
- PEARCE, C.M. 1993. *Overbank sedimentation patterns on the Mackenzie delta, N.W.T.* Inland Waters Directorate Environment Canada Yellowknife, N.W.T.
- RITCHIE, J.C. et HARE, F.L. 1971. Late-Quaternary Vegetation and Climate near the Arctic Tree Line of Northwestern North America. *Quaternary Research*, volume 1, p.331-342.
- RITCHIE, J.C., CINQ-MARS, J. et CWYNAR, L.C. 1982. L'environnement tardiglaciaire du Yukon septentrional, Canada. *Géographie Physique et Quaternaire*, volume 36, p.241-250.
- RITCHIE, J.C., CWYNAR, L.C. et SPEAR, R.W. 1983. Evidence from north-west Canada for an early Holocene Milankovitch thermal maximum. *Nature*, volume 305, p. 126-128.
- RITCHIE, J.C. 1984. *Past and Present Vegetation of the Far Northwest of Canada*. University of Toronto Press, Toronto, 251 pages.
- RIVIÈRE, A. 1952. Expression analytique générale de la granulométrie des sédiments meubles. Indices caractéristiques et interprétation géologique. Notion de faciès granulométrique. *BSGF*. Sixième série. II, : p. 156-167.

- ROCHELEAU, M. 1997. Sédimentologie des paléoplages de la plaine d'Old Crow, Territoire du Yukon, Canada, Thèse. Ma. Université d'Ottawa, géographie, 168 pages.
- SOURDAT, M. et DELAUNE, M. 1970. Contribution à l'étude des sédiments meubles grossiers du littoral guyanais. *Cahier ORSTOM, série pédologie*, volume 8, numéro 1, p.81-97.
- THORSON, R.M. et DIXON, E.J. 1983. Alluvial history of the Porcupine River, Alaska: Role of glacial-lake overflow from northwest Canada. *Geological Society of America*, volume 94, p.576-589.
- VARDY, S., WARNER, B. et ARAVENA. R. 1997. Holocene climate effects on the development of a peatland on the Tuktoyaktuk Peninsula, Northwest Territories. *Quaternary Research*, volume 47, p. 90-104.
- VISHER, G.S. 1969. Grain size distribution and depositional processes. *Journal of Sedimentary Petrology*, volume 39, p.1074-1106.
- WESTGATE, J.A. 1986. Université de Toronto, manuscrit non-publié.
- WIKEN, E.B., WELCH, D.M., IRONSIDE, G.R. et TAYLOR, D.G. 1981. *The northon Yukon: An Ecological Land Survey*. Ecological Land Classification Serie, numéro 6, 190 pages.

ANNEXE A

SÉDIMENTOLOGIE

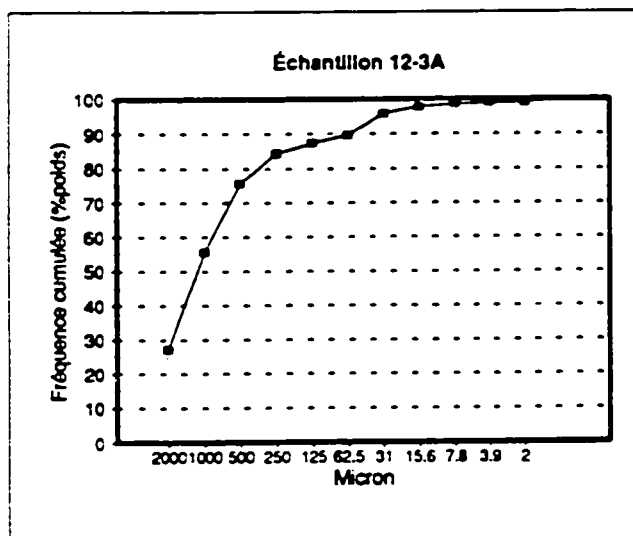
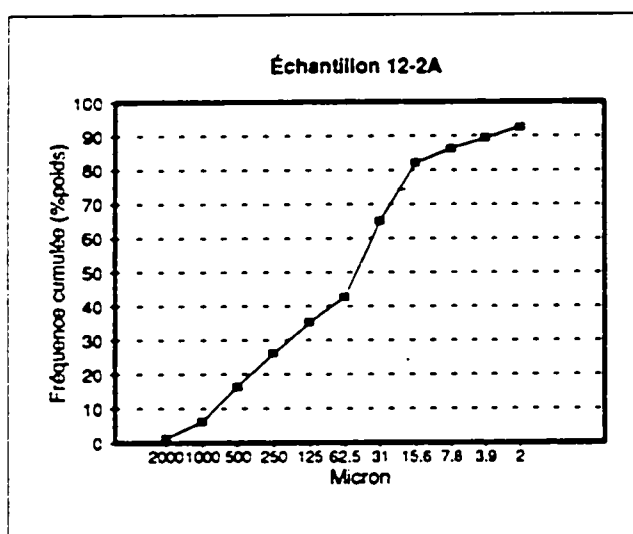
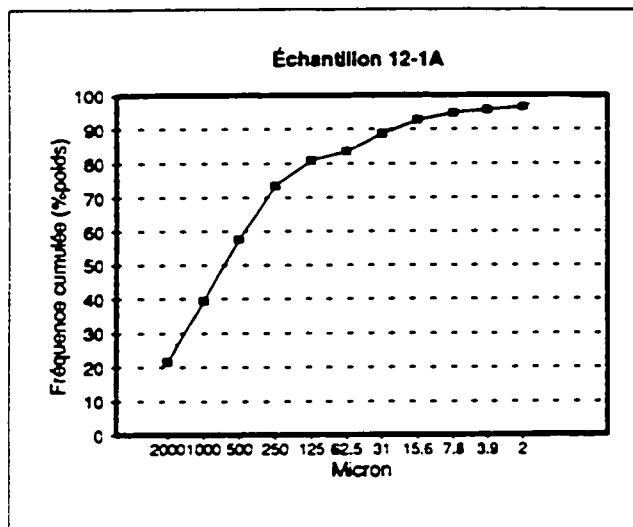
Légende



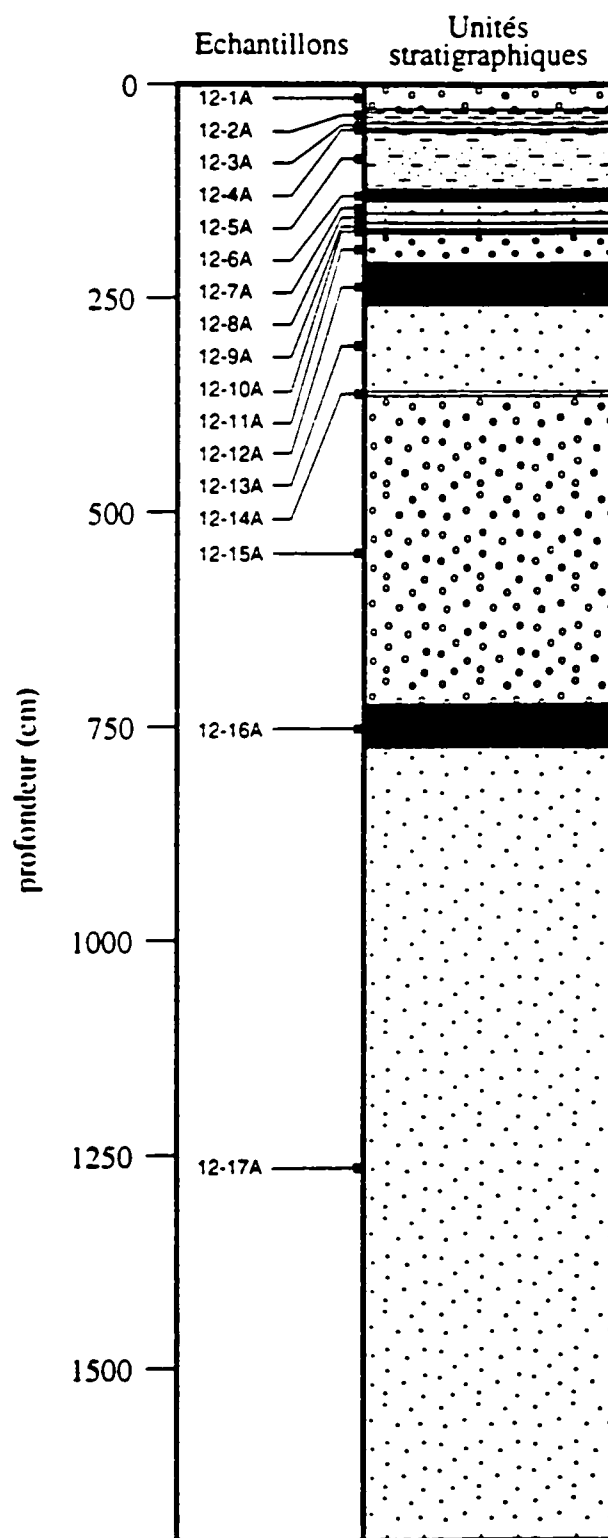
N.B. Pour les coupes 5 et 6, les échantillons sont subdivisés en sous-échantillons. Par exemple, l'échantillon 16-A1 comprend 7 sous-échantillons soit 16-A1-A1 à 16-A1-A7.

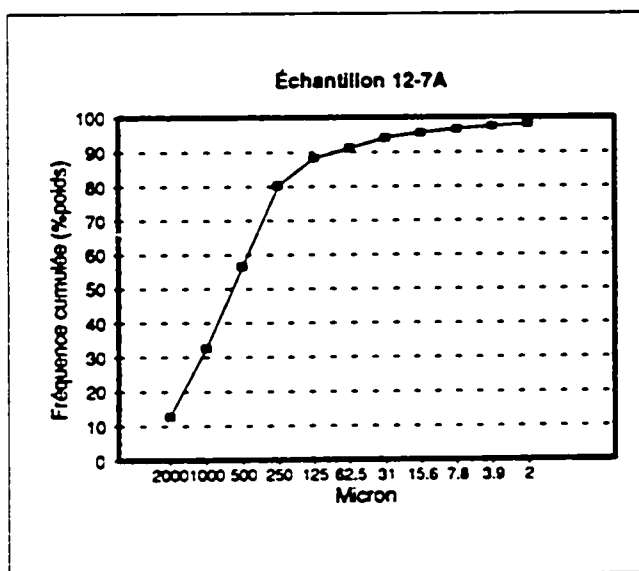
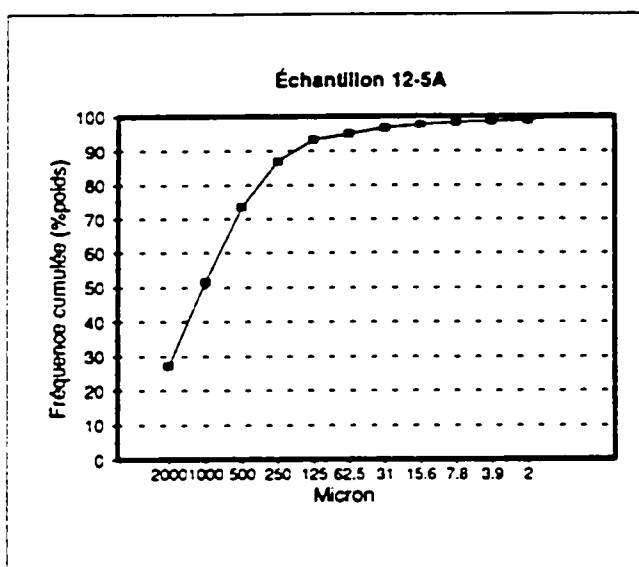
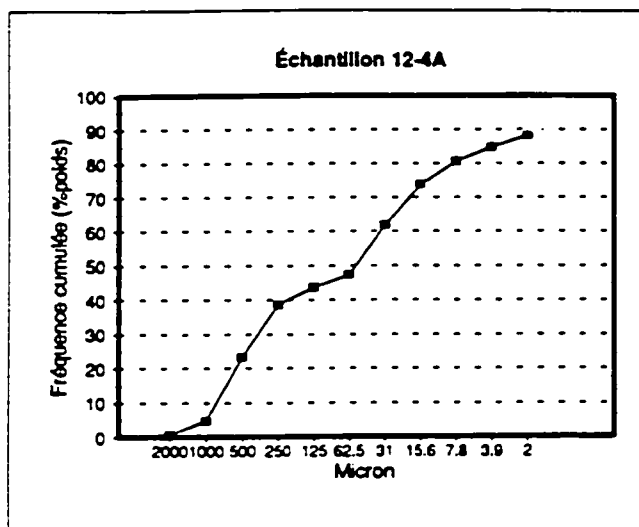


Photo A1: Localisation de la coupe 1

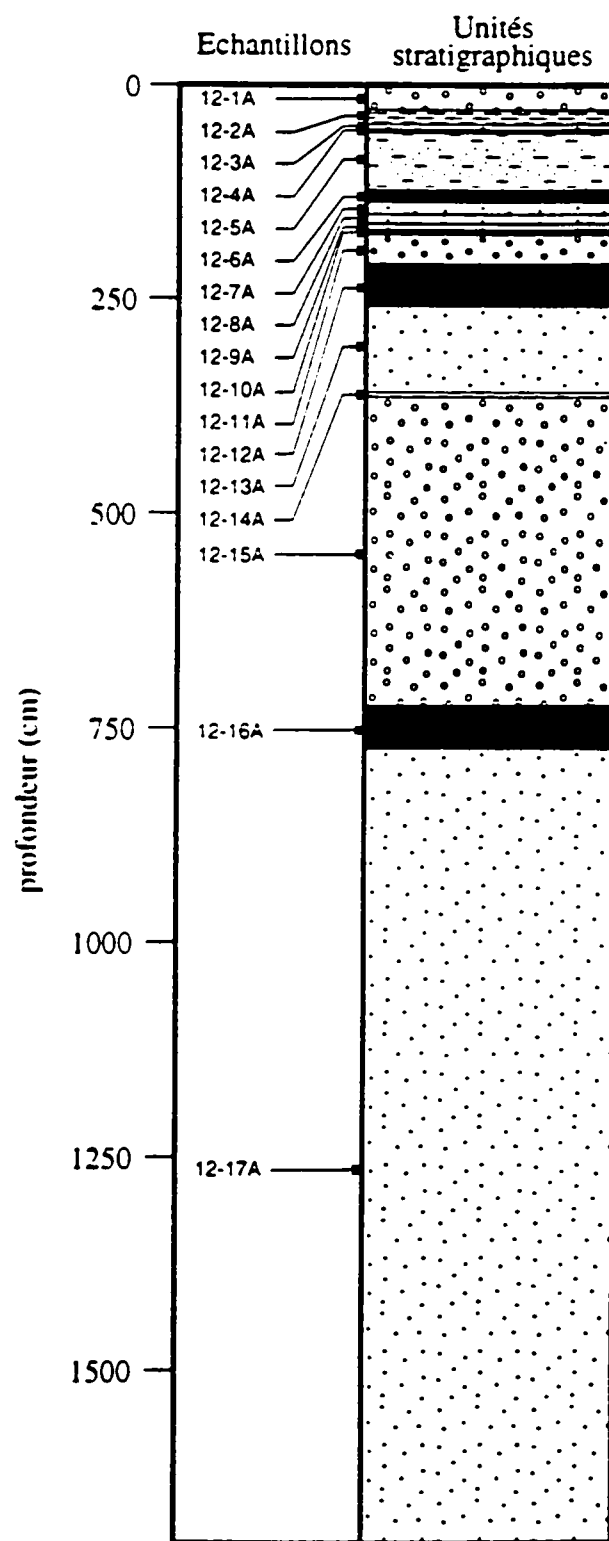


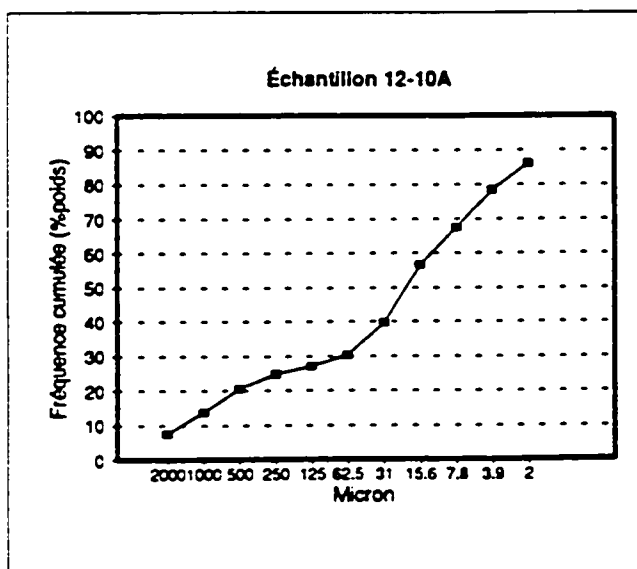
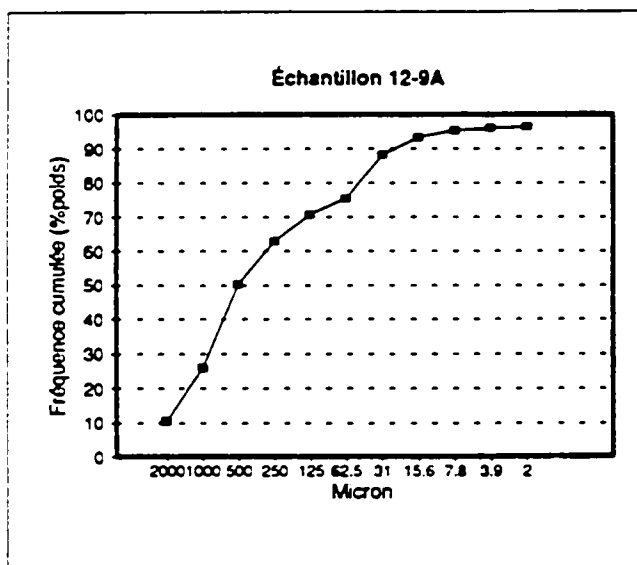
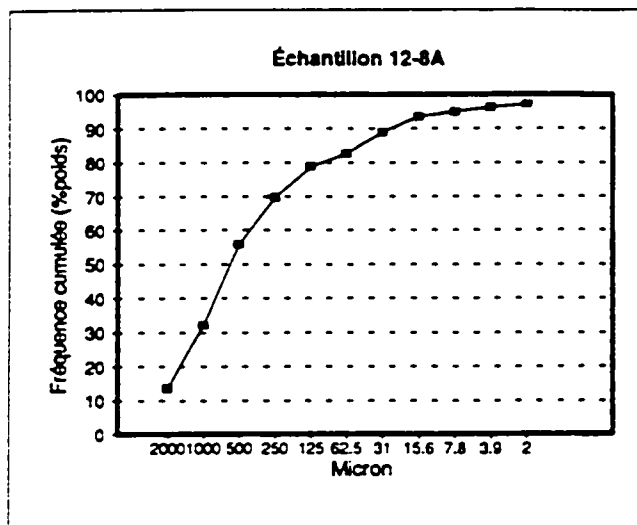
Coupe 1



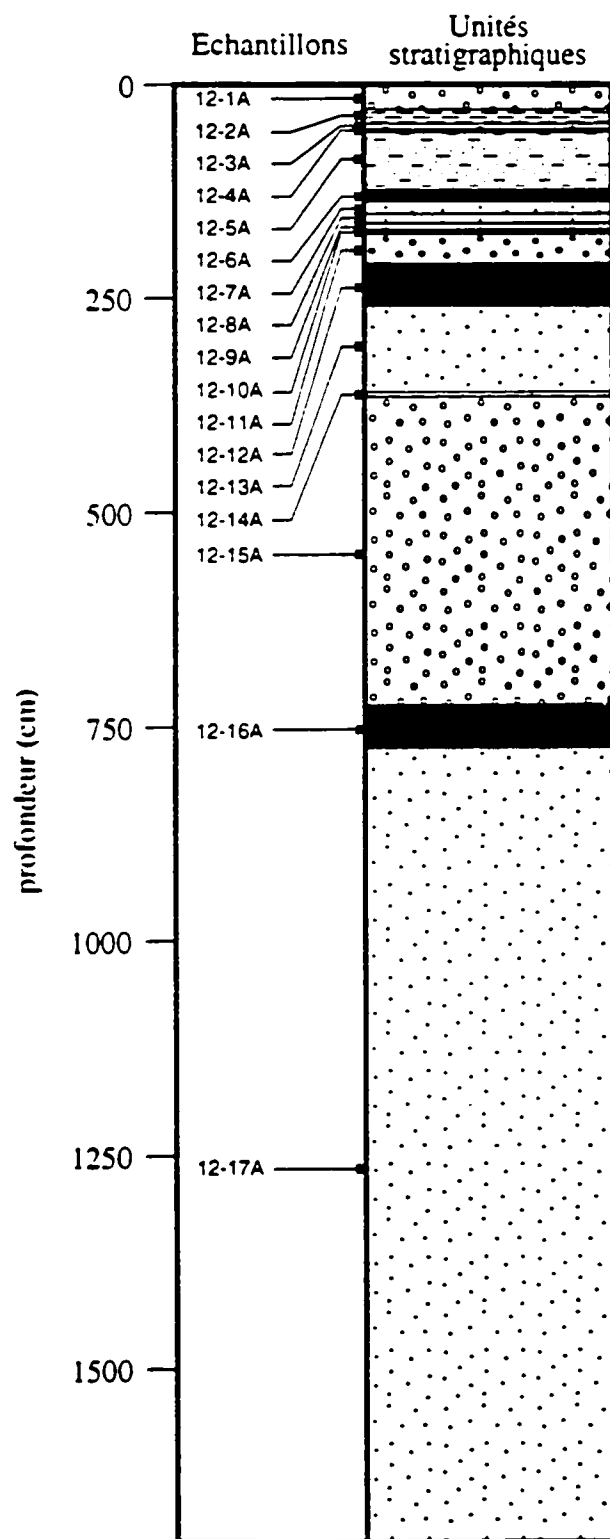


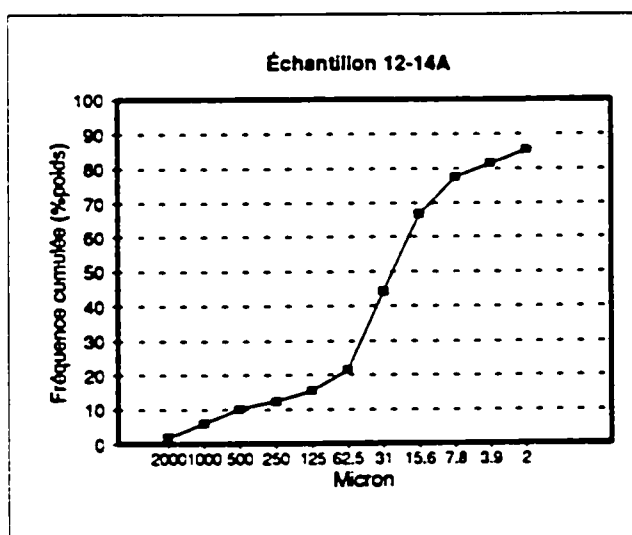
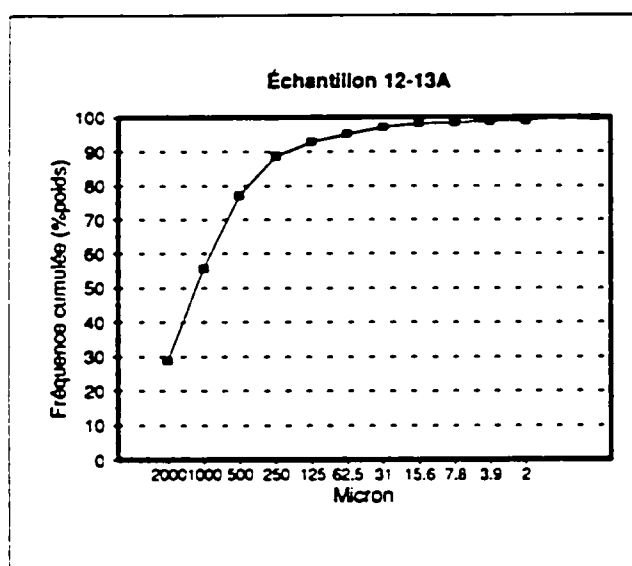
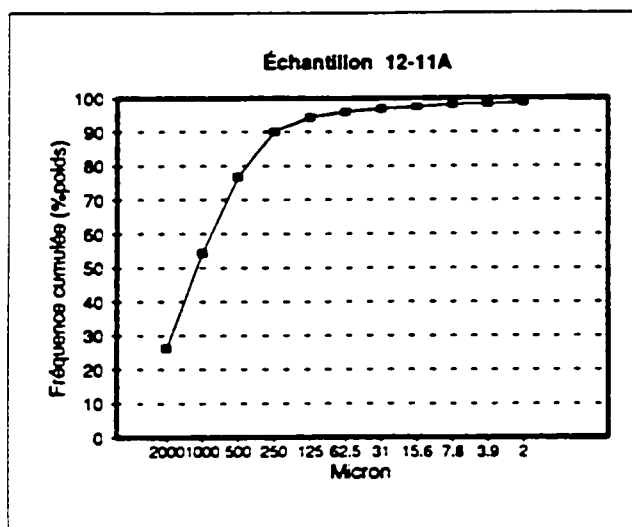
Coupe 1



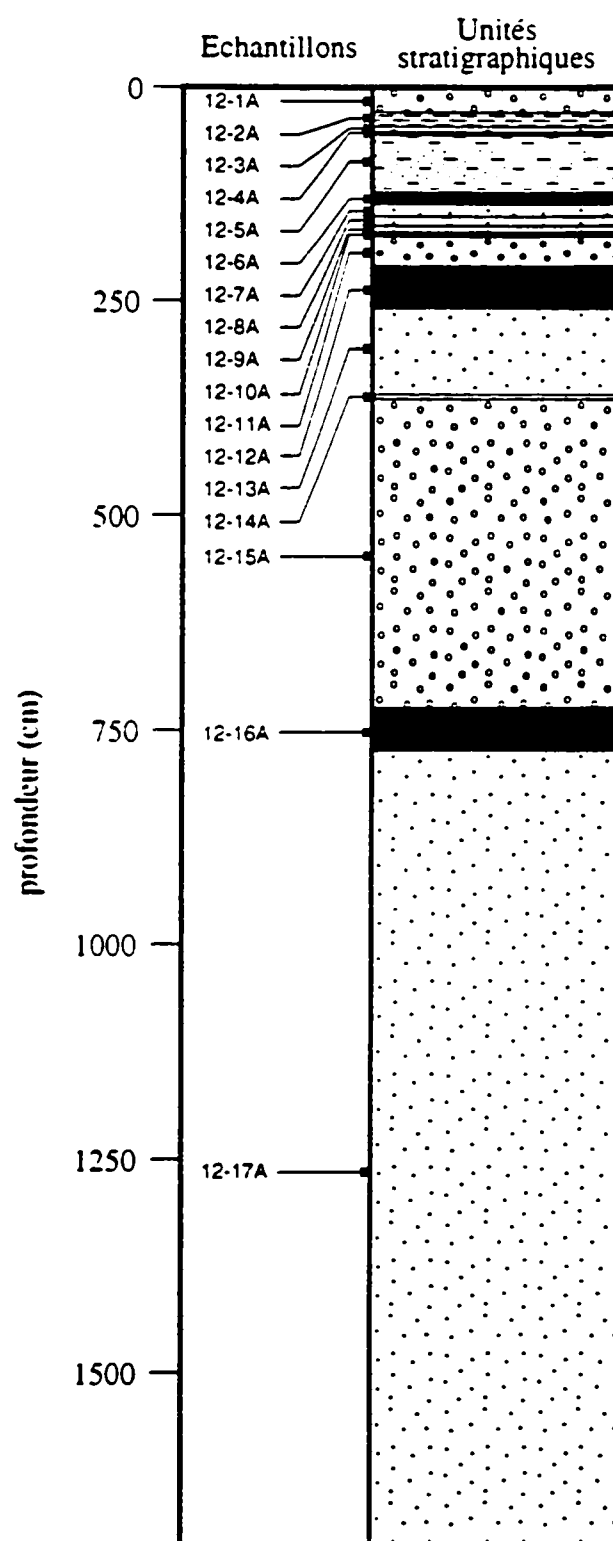


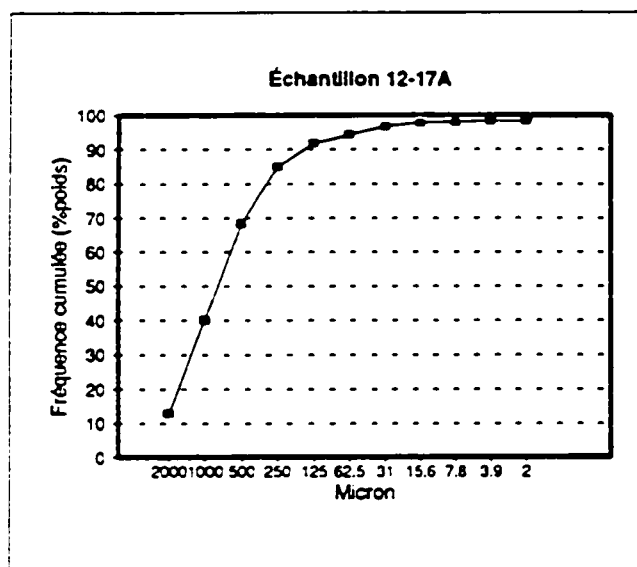
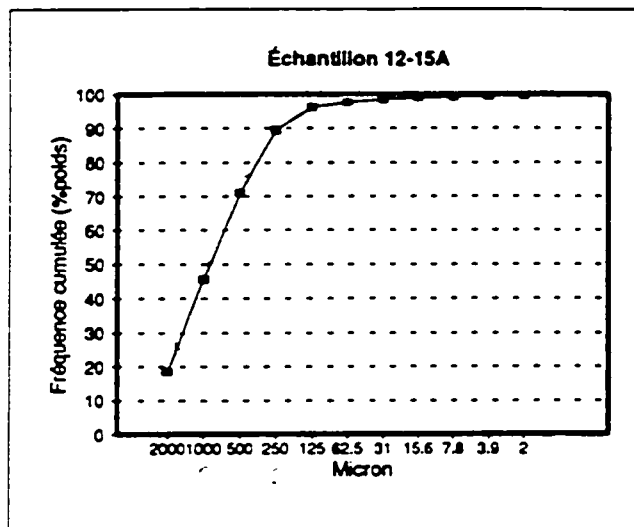
Coupe 1



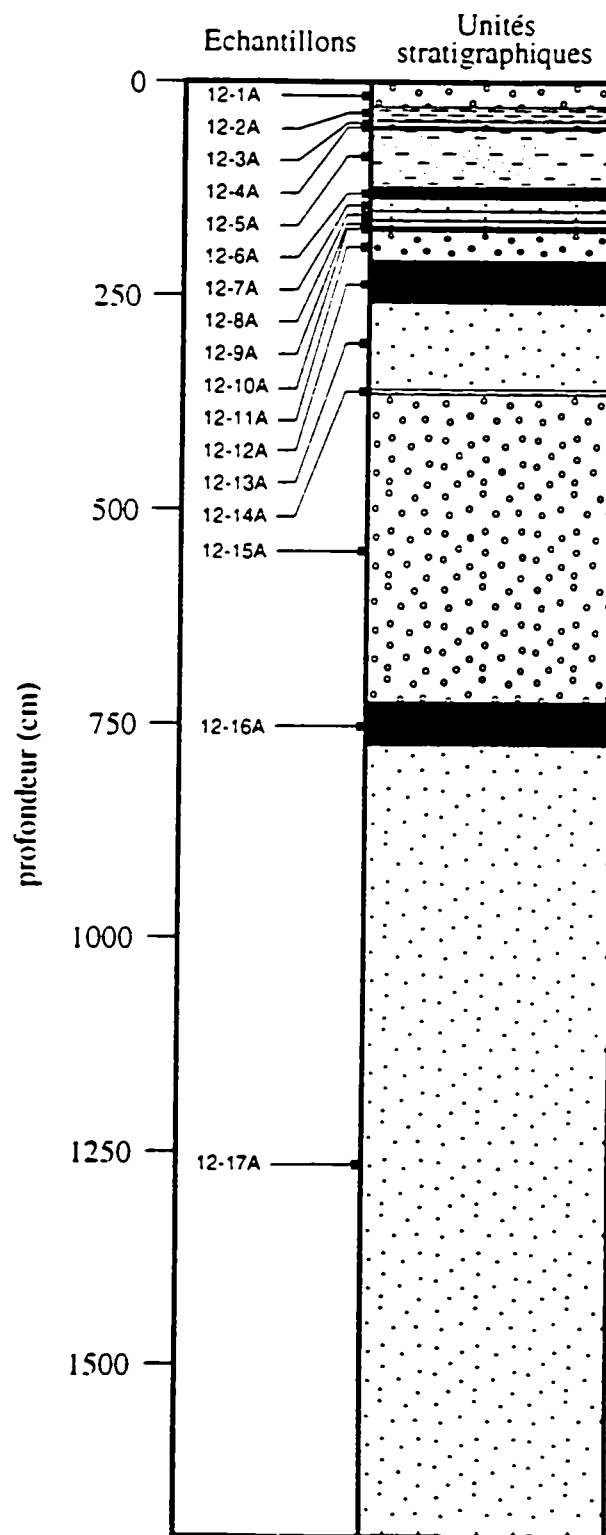


Coupe 1





Coupe 1



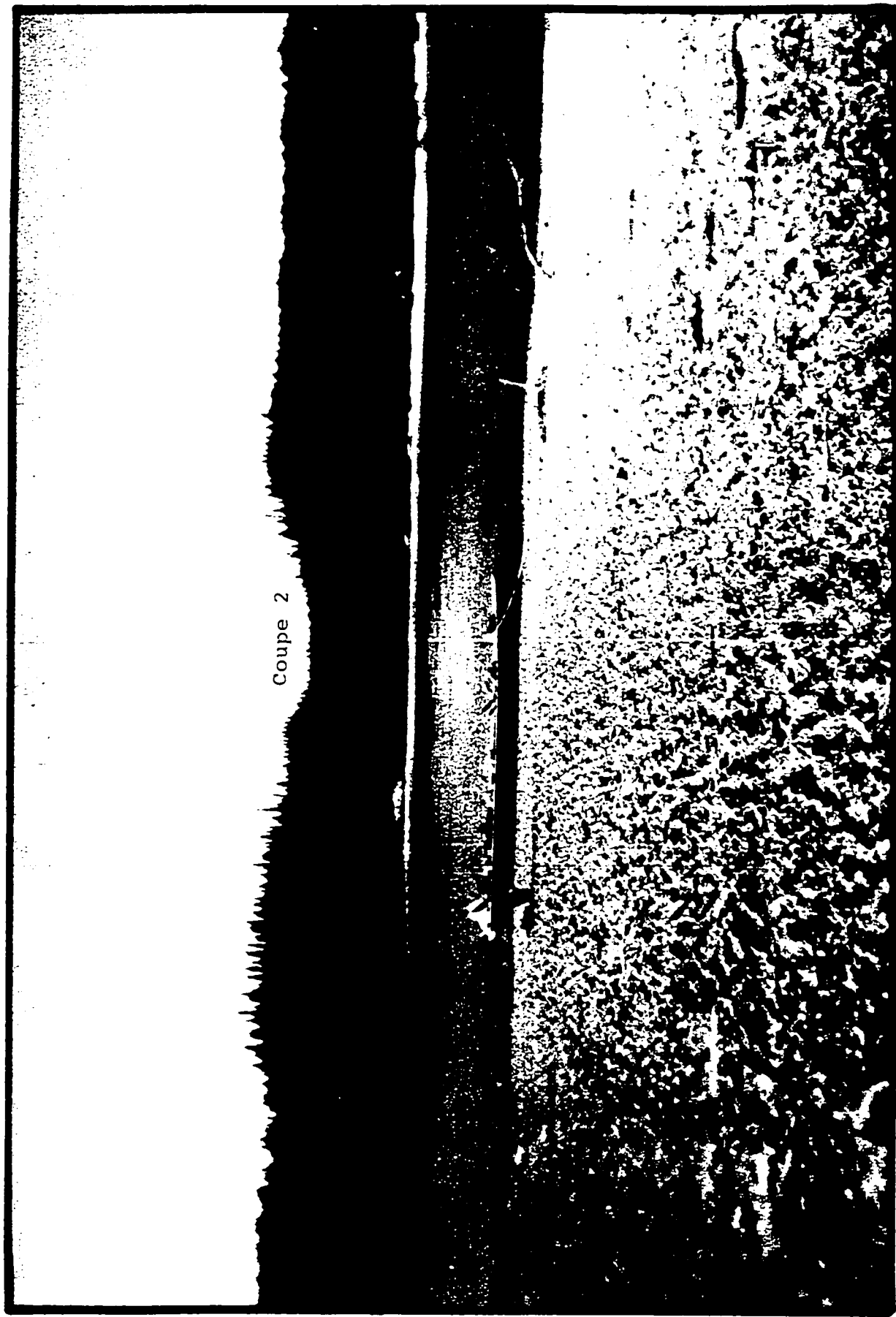
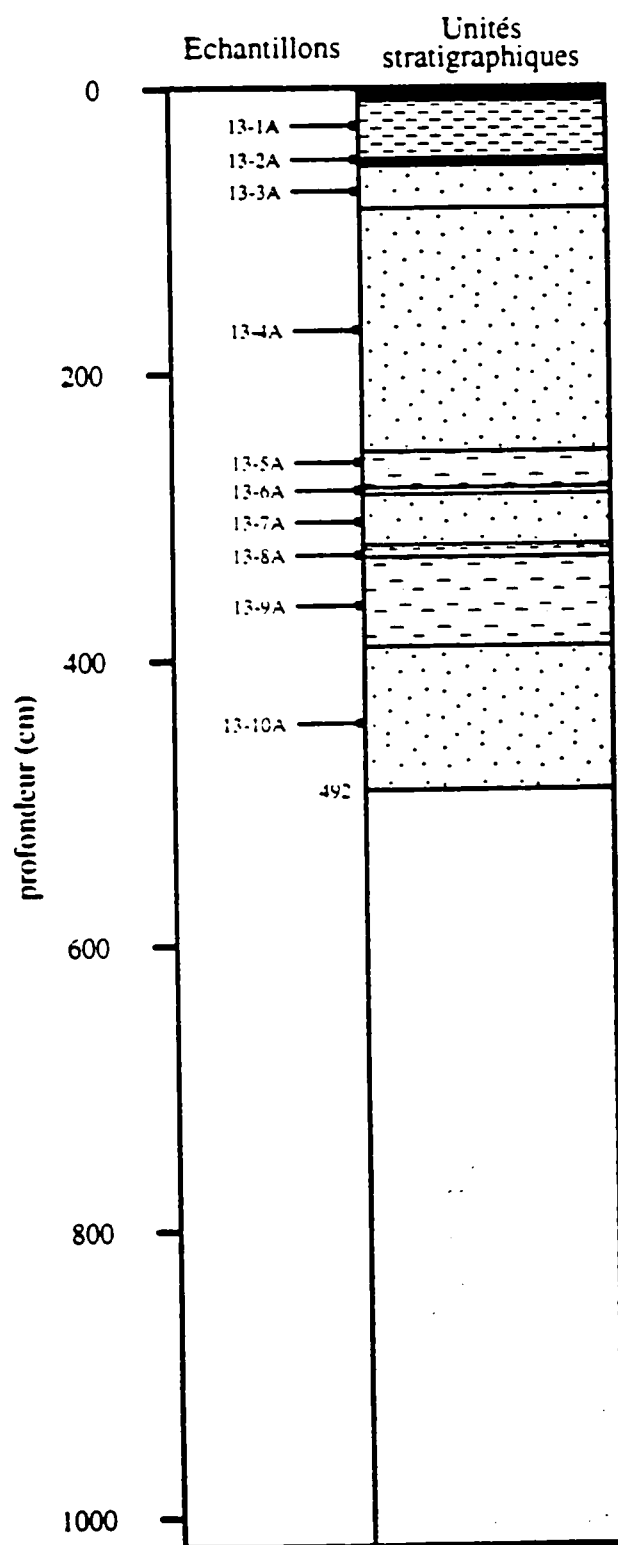
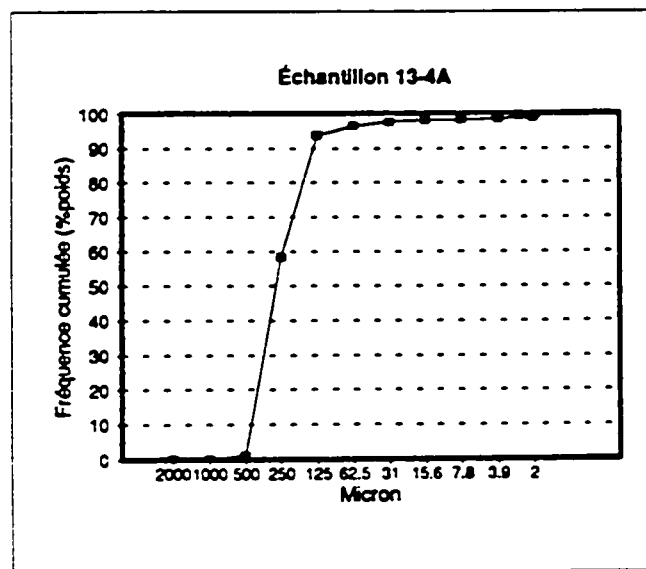
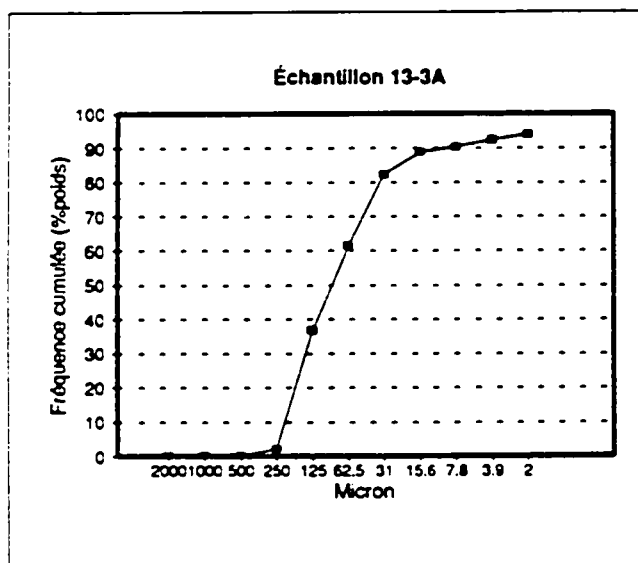
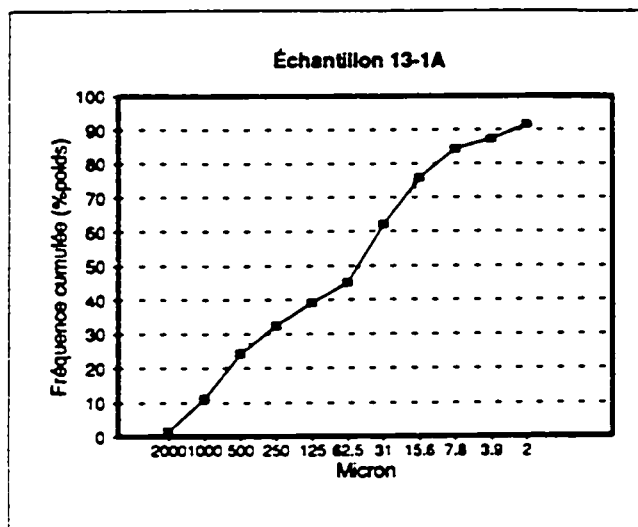
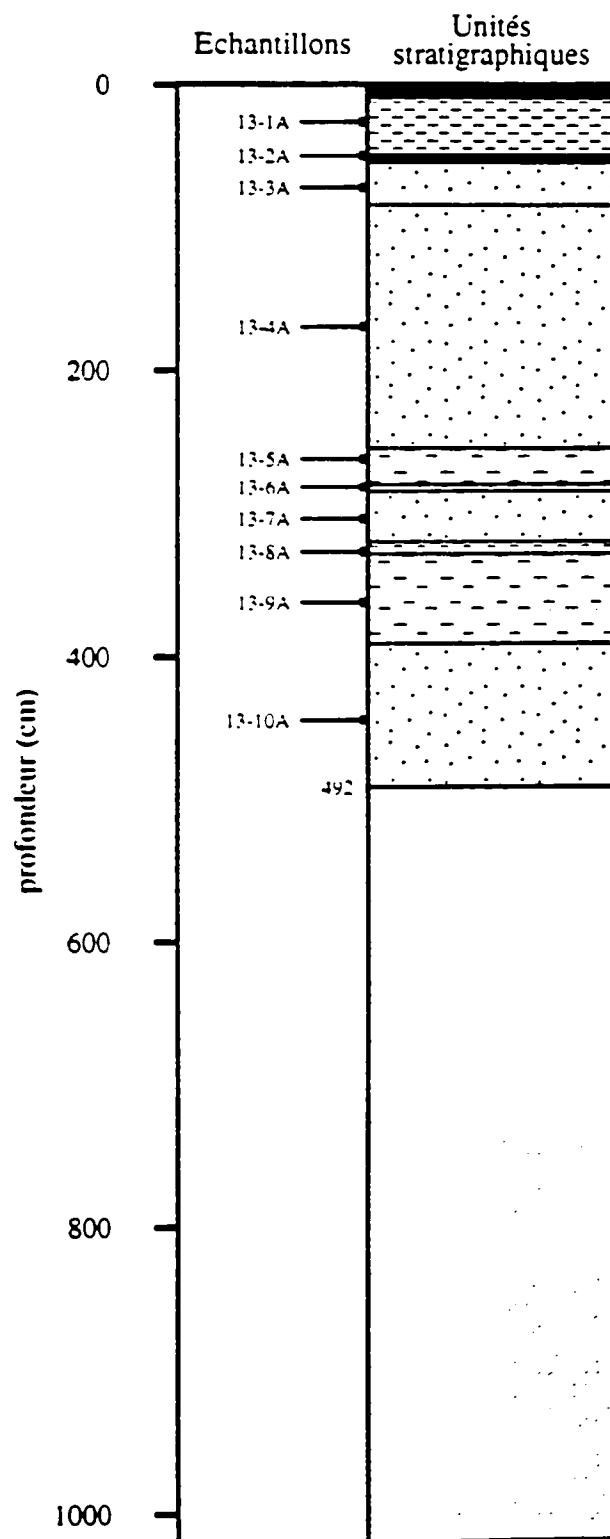
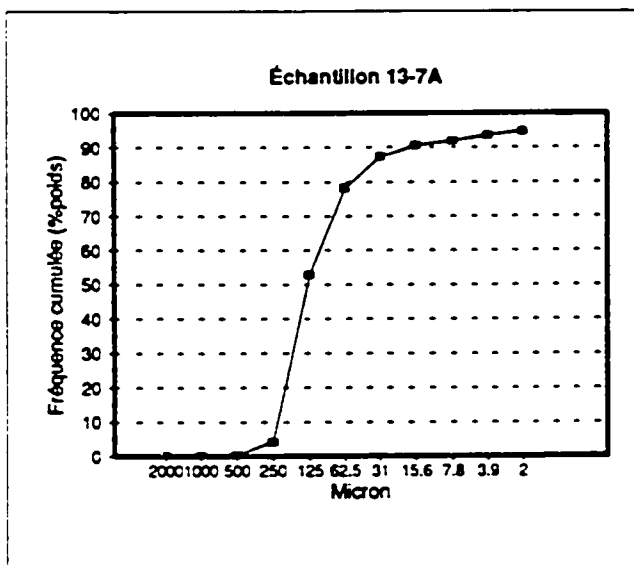
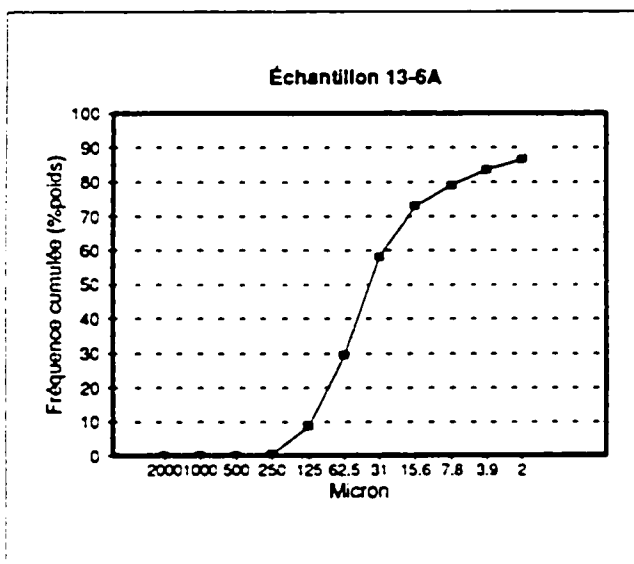
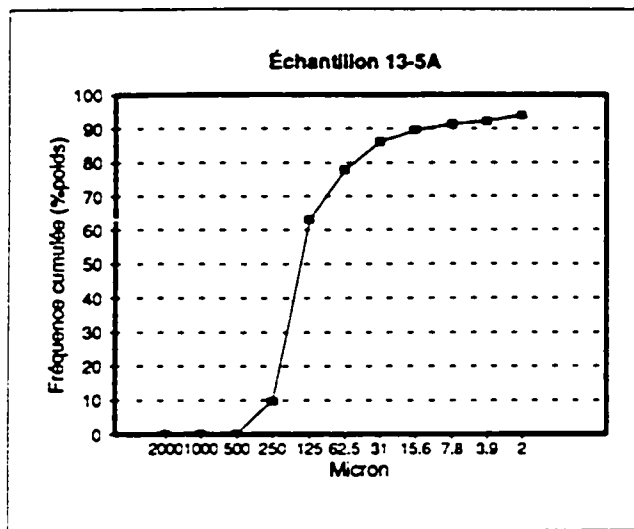


Photo A2: Localisation de la coupe 2

Coupe 2



Coupe 2



Coupe 2

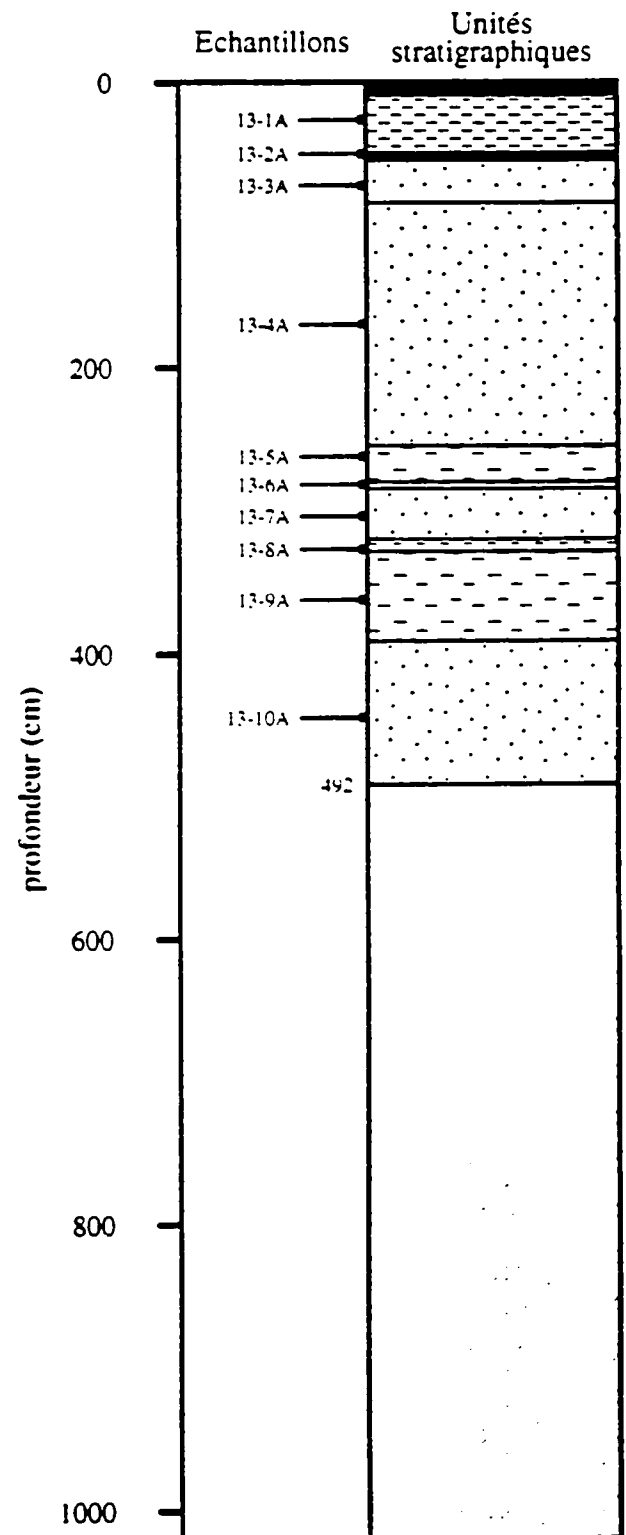
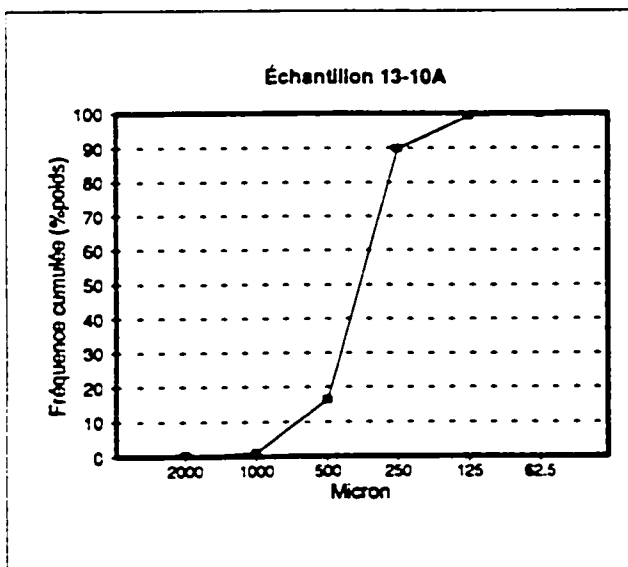
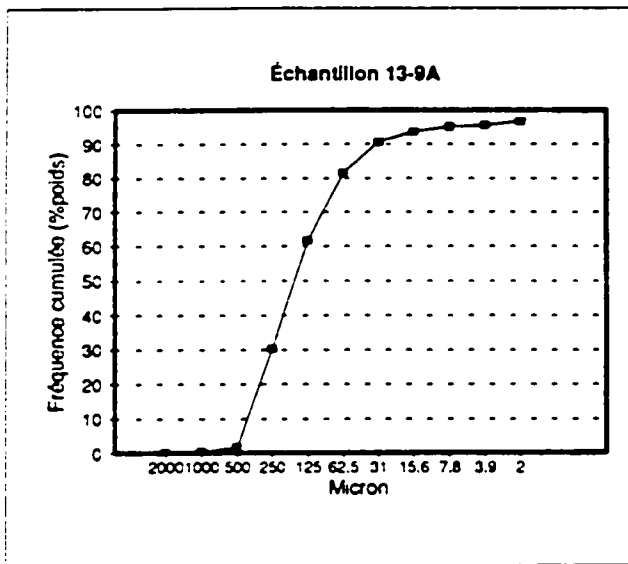
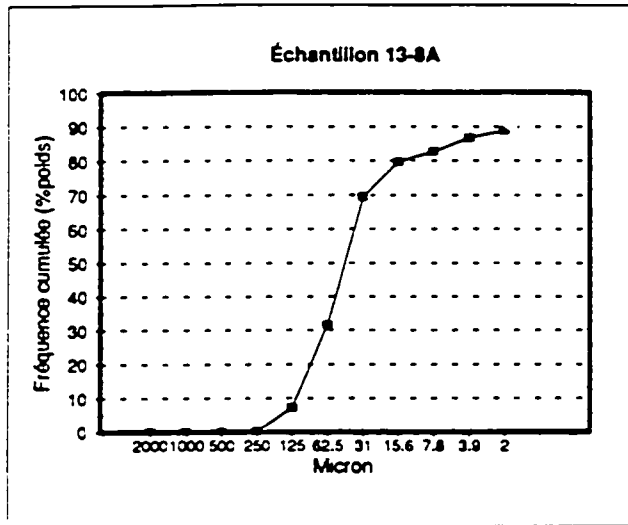
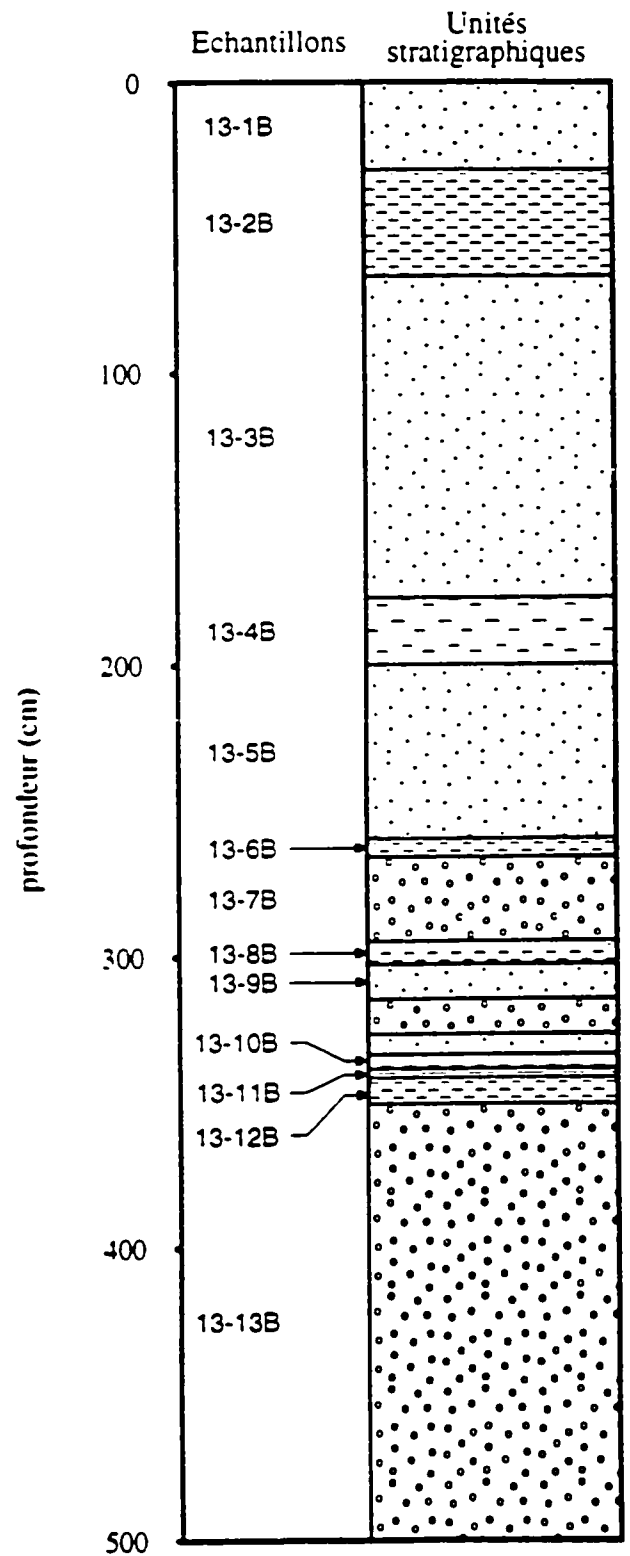
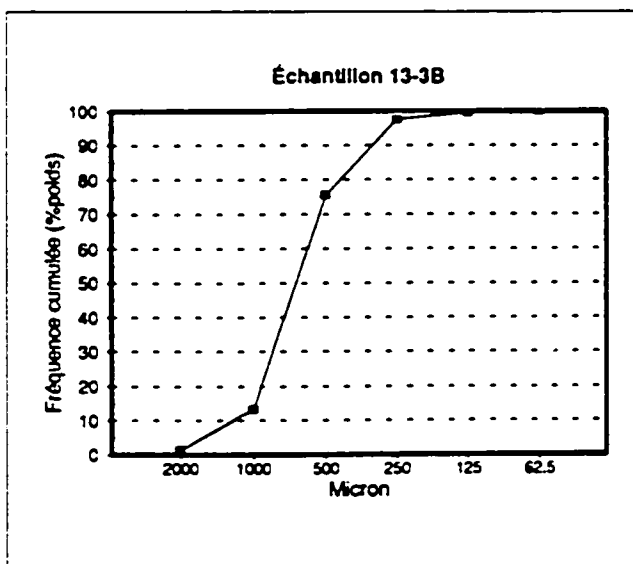
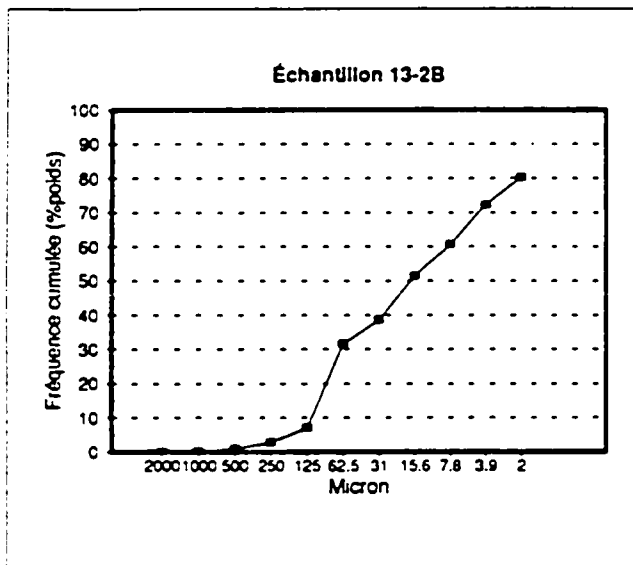
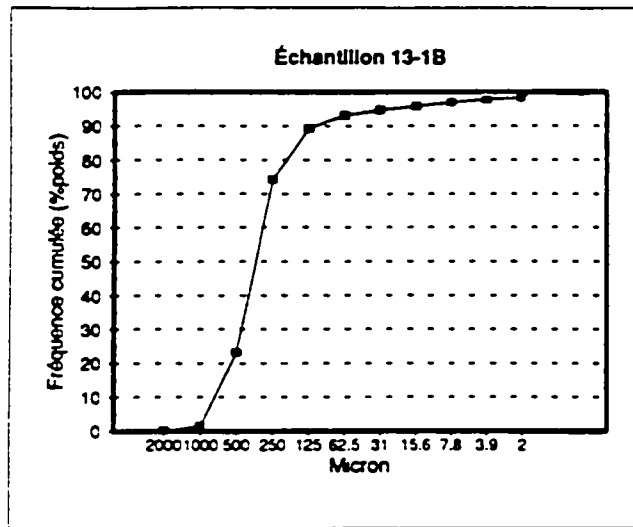


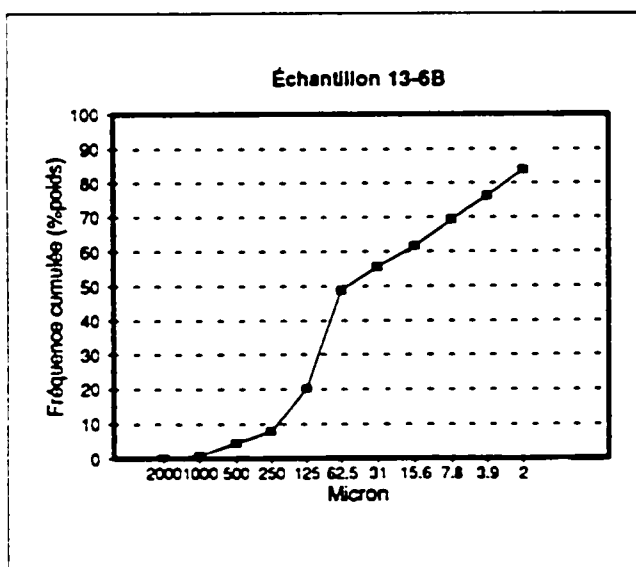
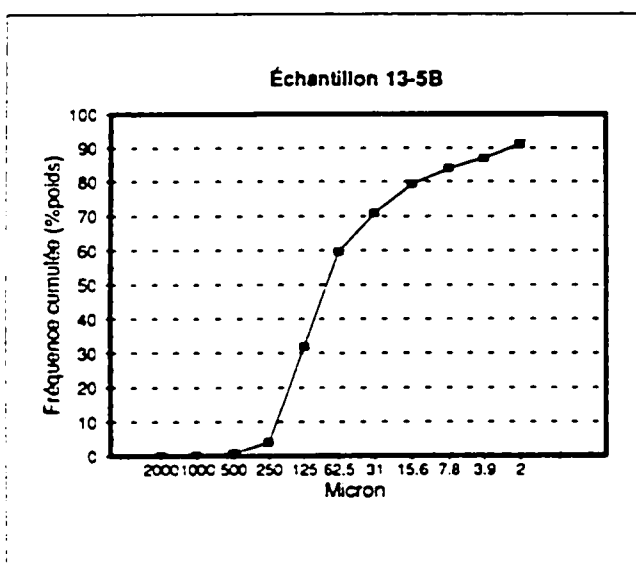
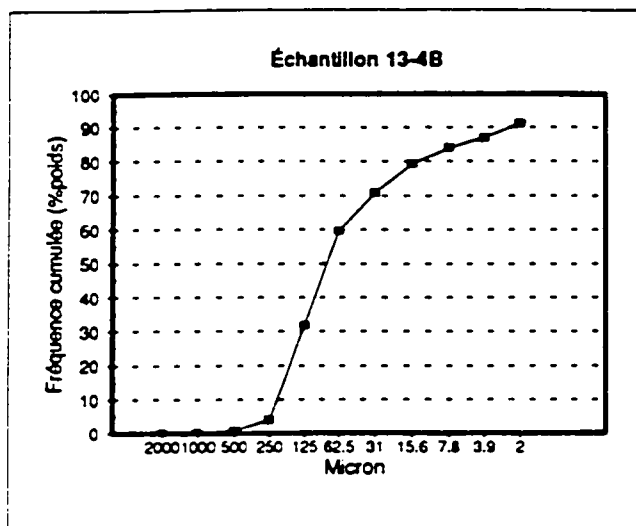


Photo A3: Localisation de la coupe 3

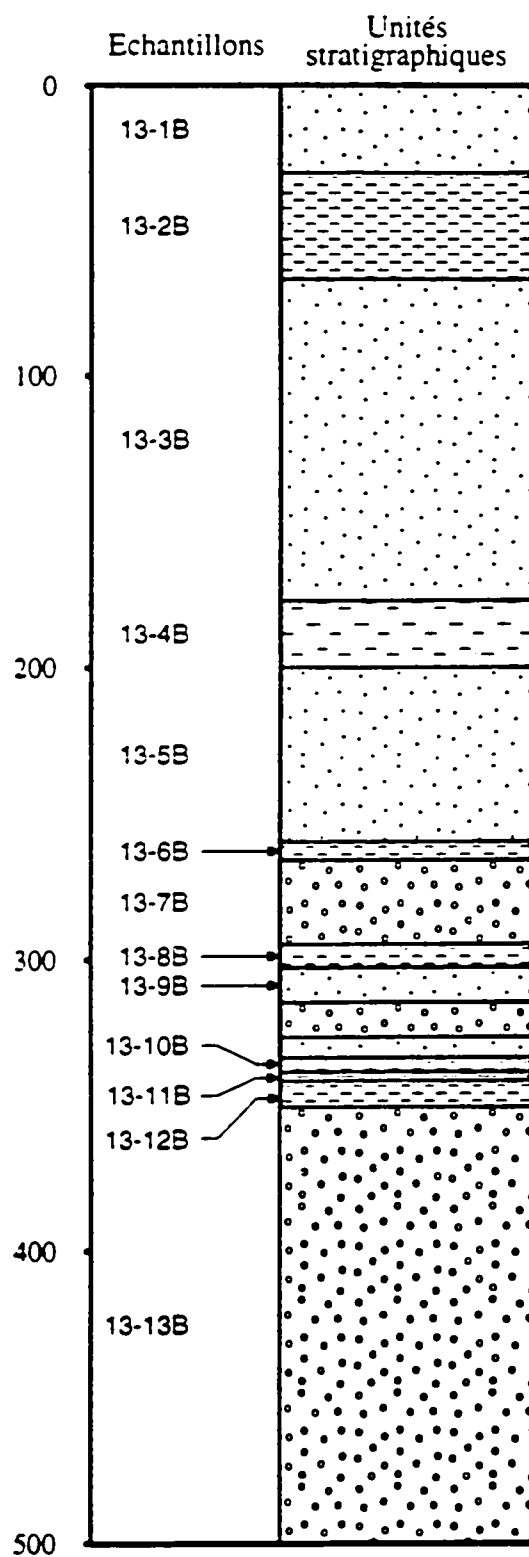
Coupe 3



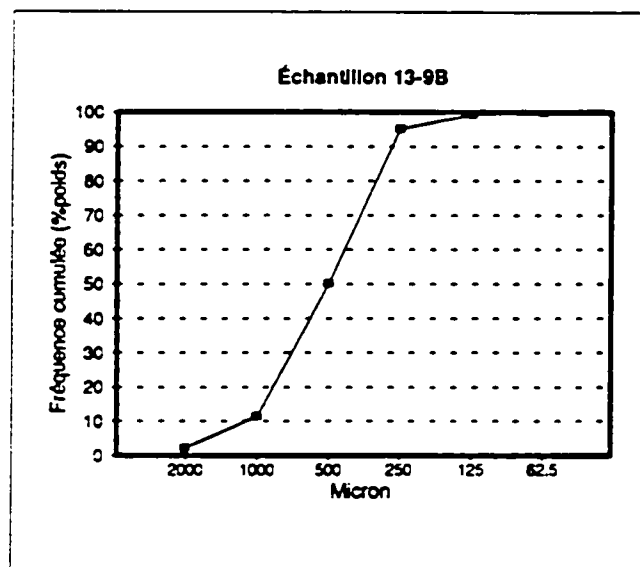
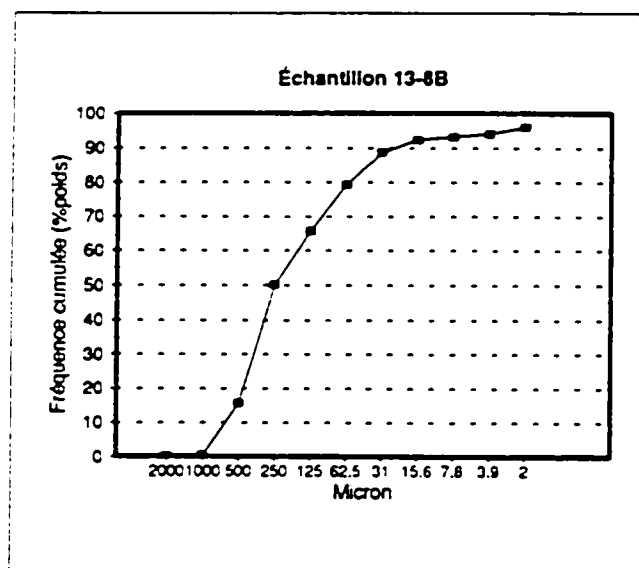
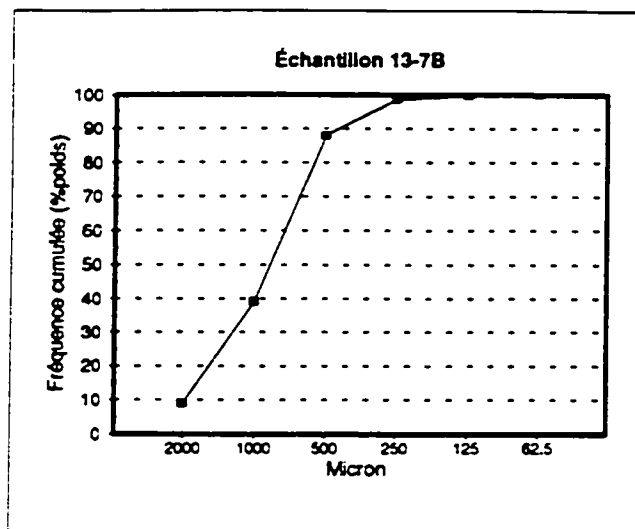
Coupe 3



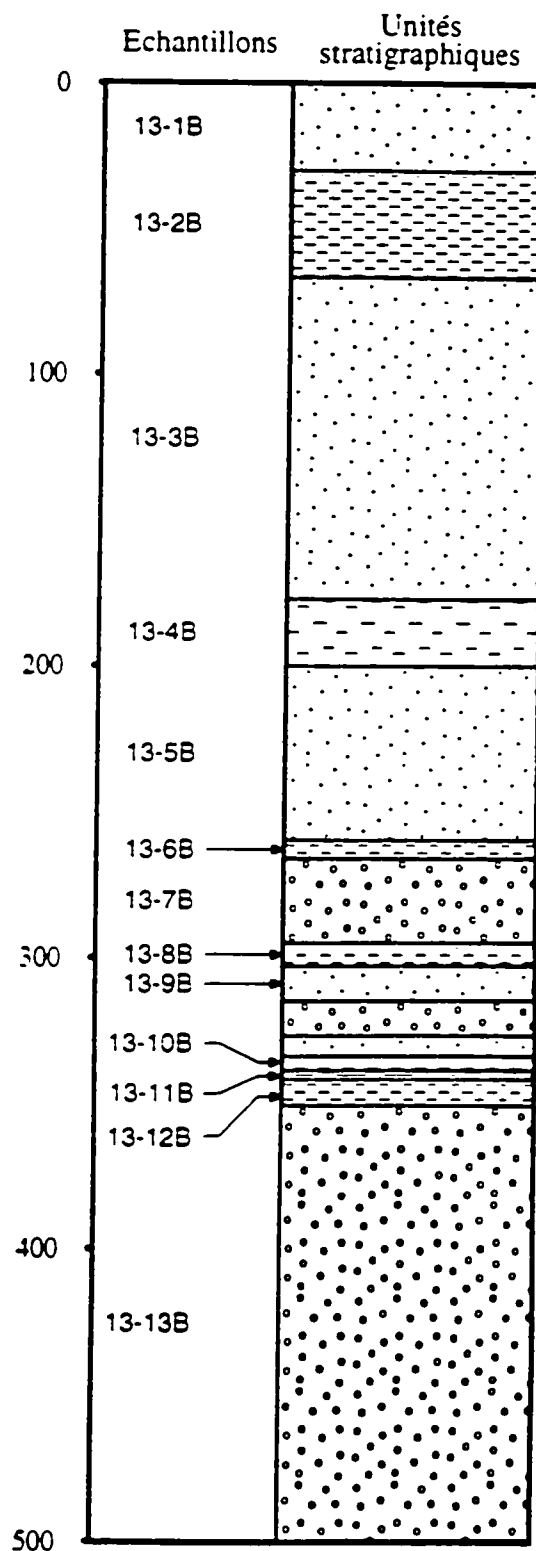
profondeur (cm)

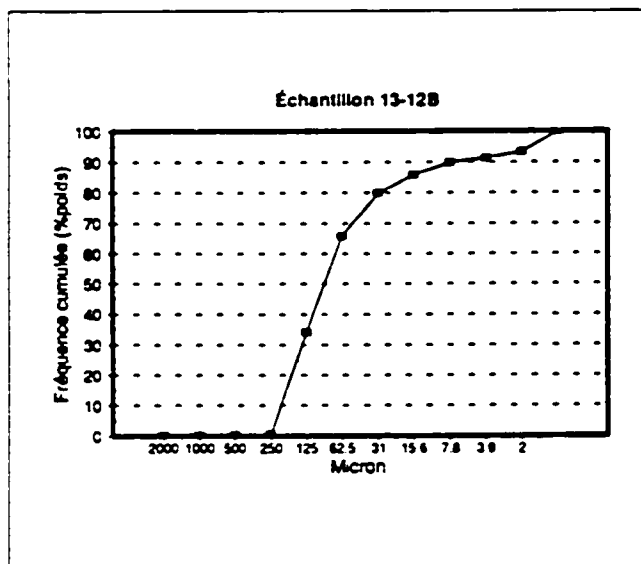
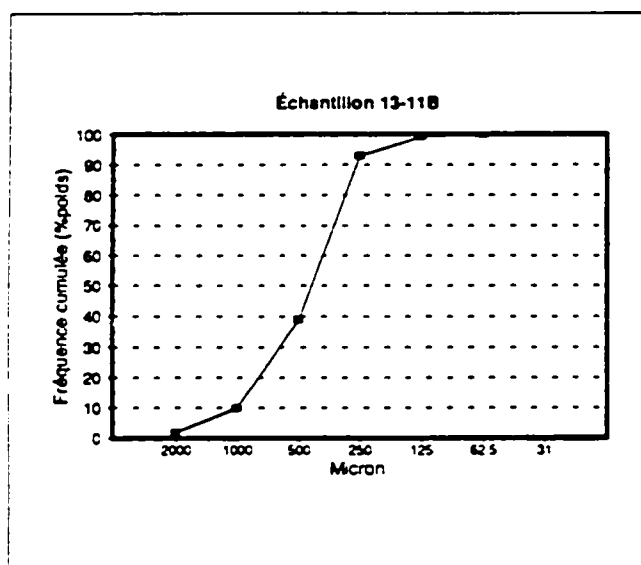
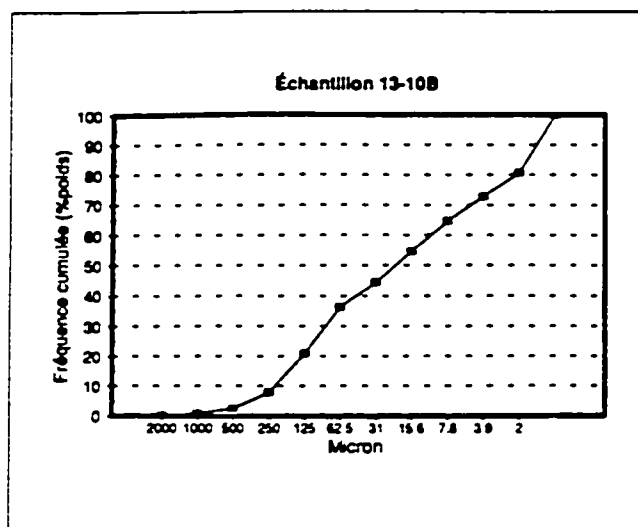


Coupe 3

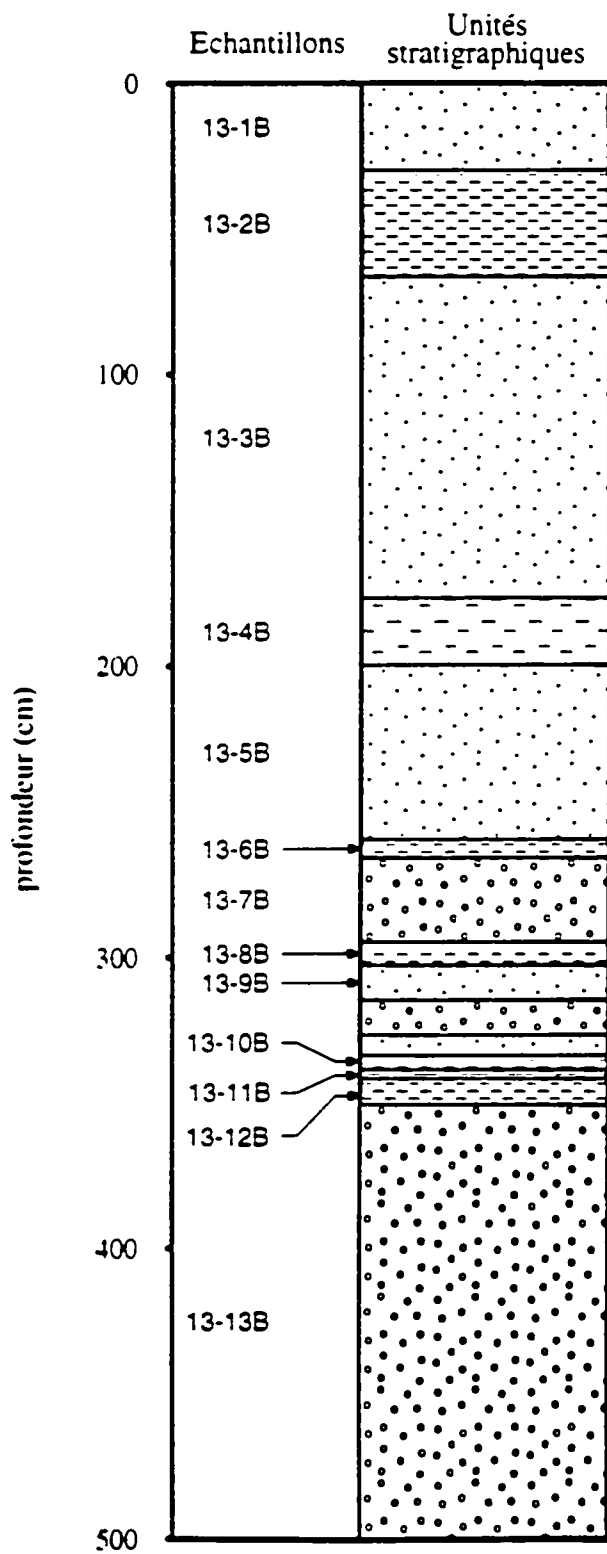


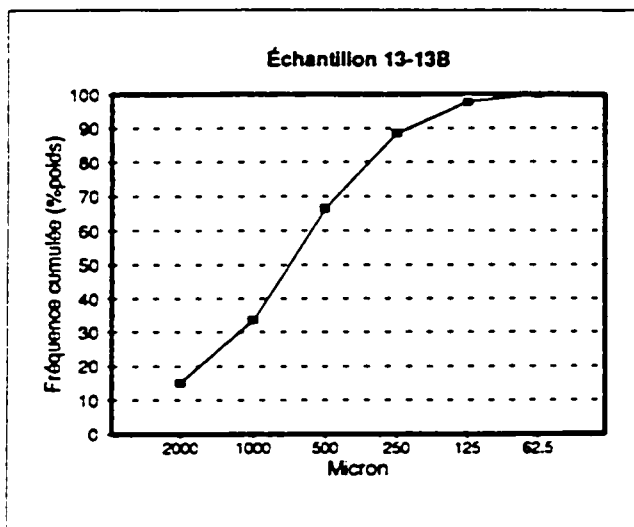
profondeur (cm)





Coupe 3





Coupe 3

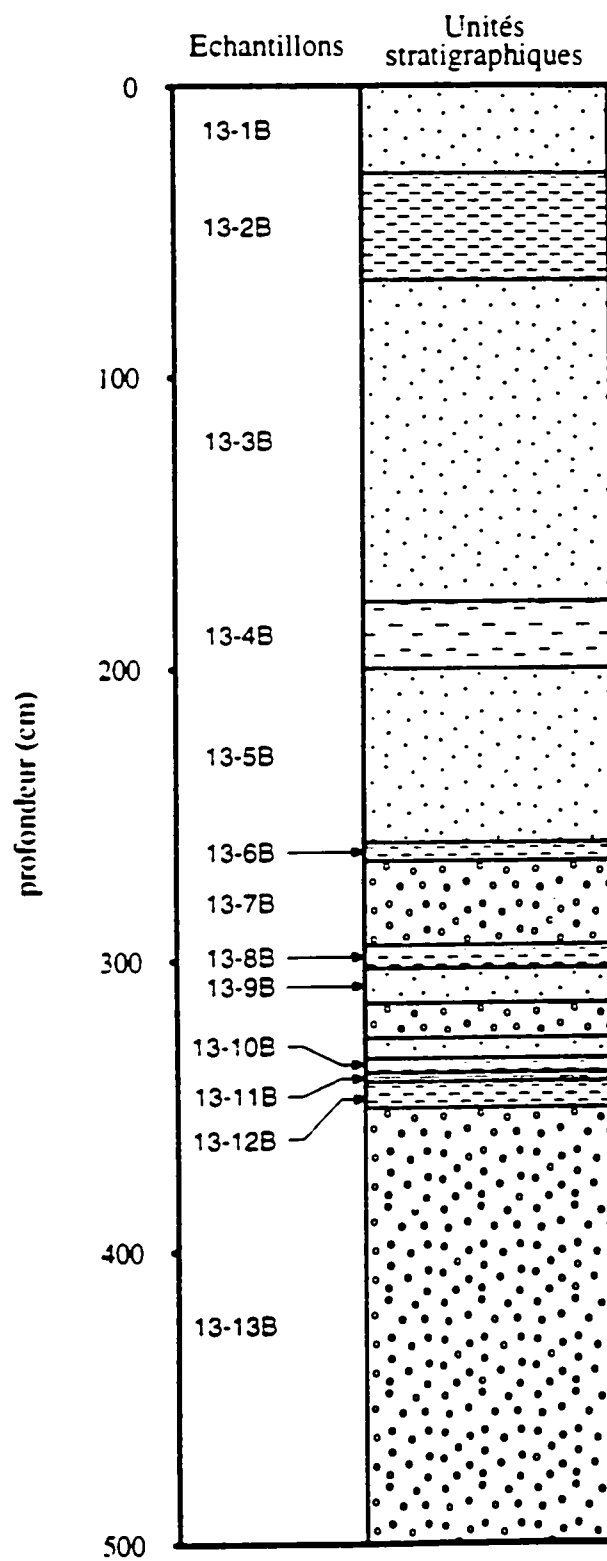
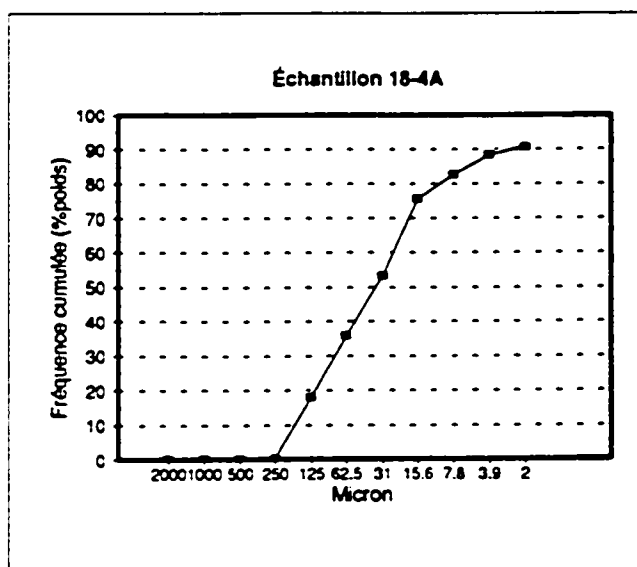
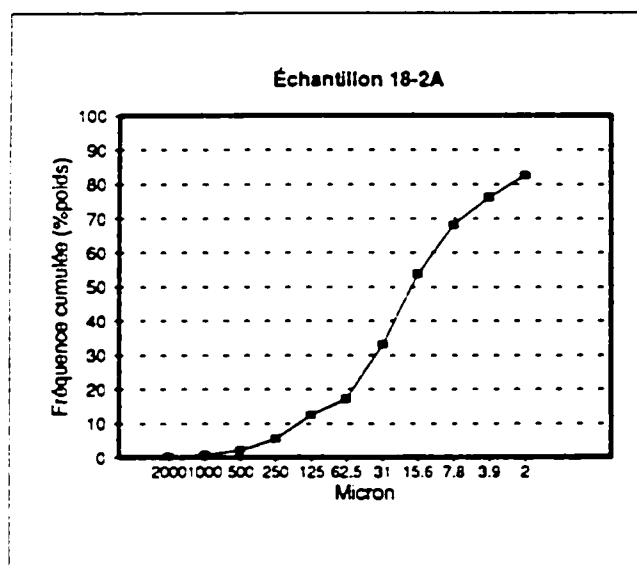
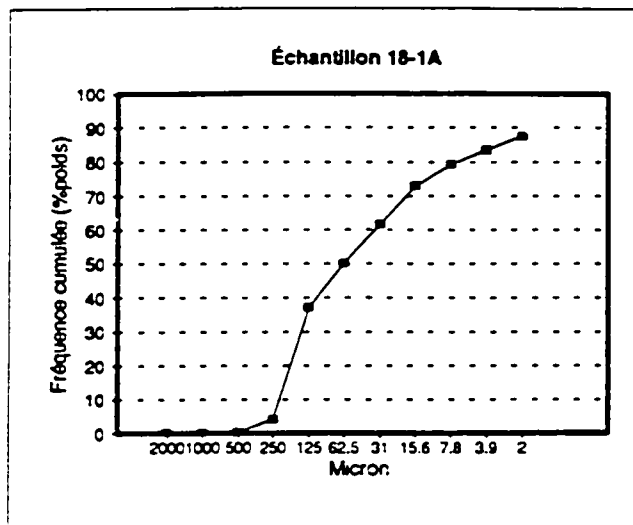
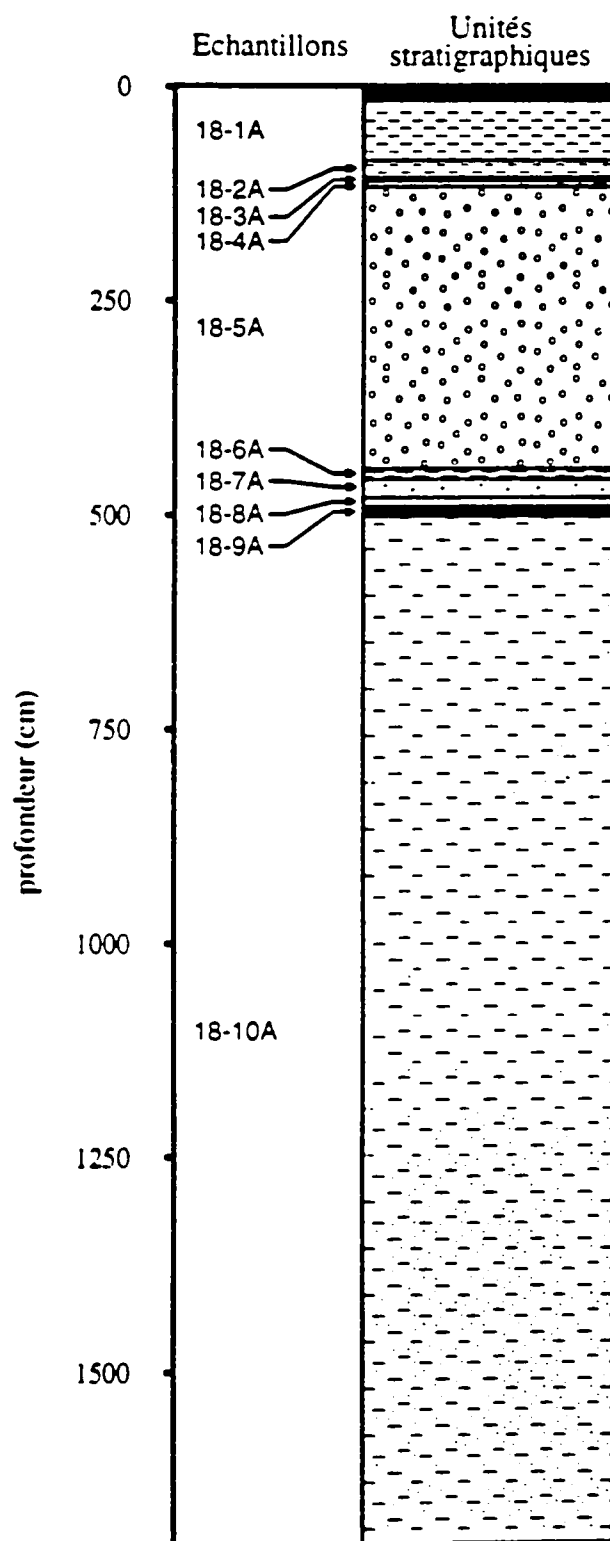




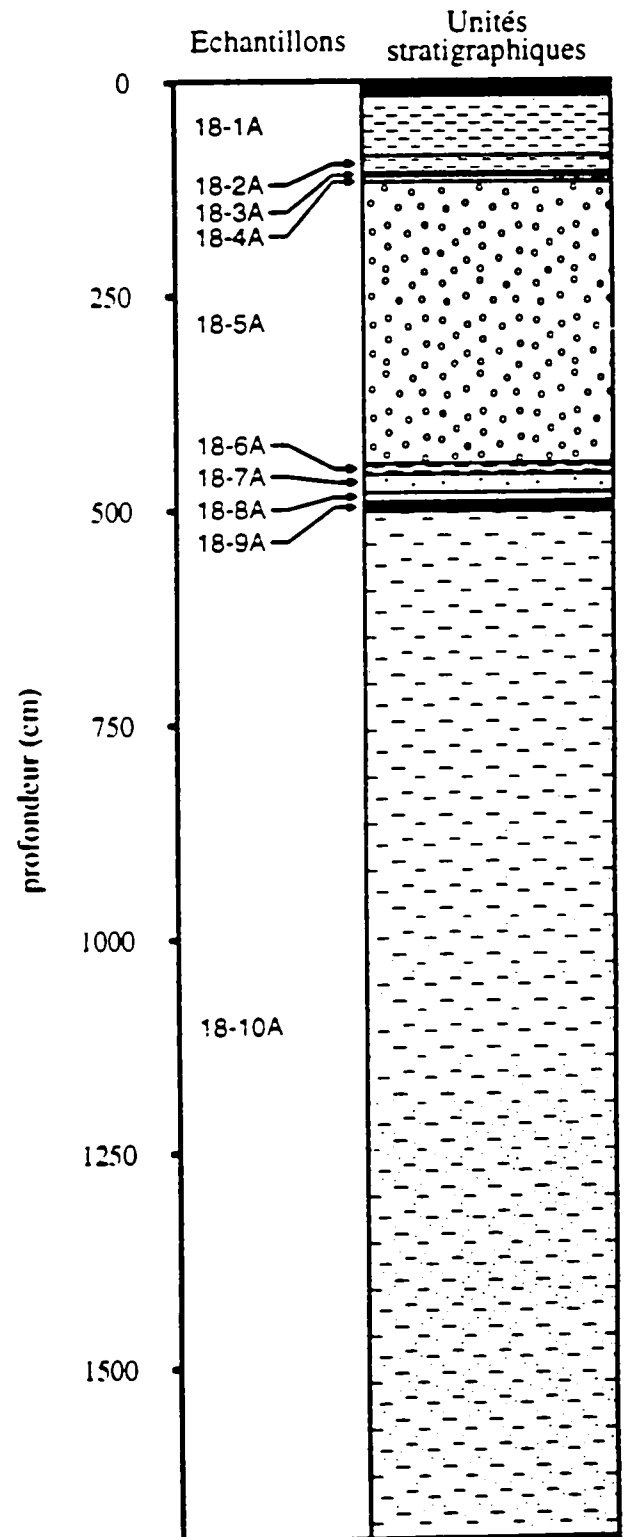
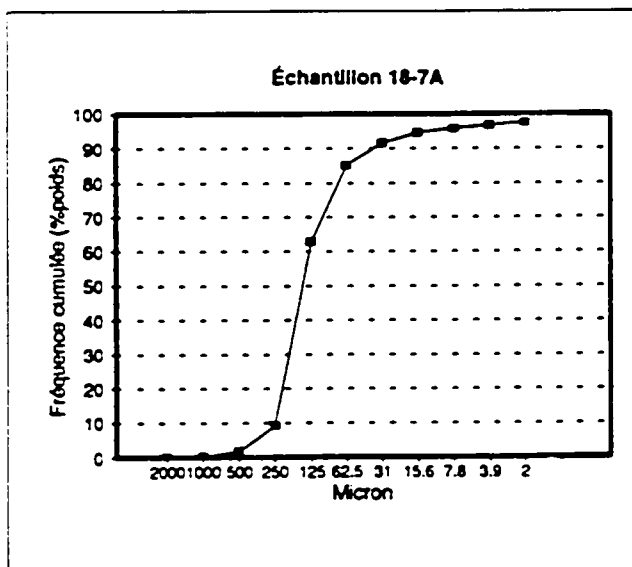
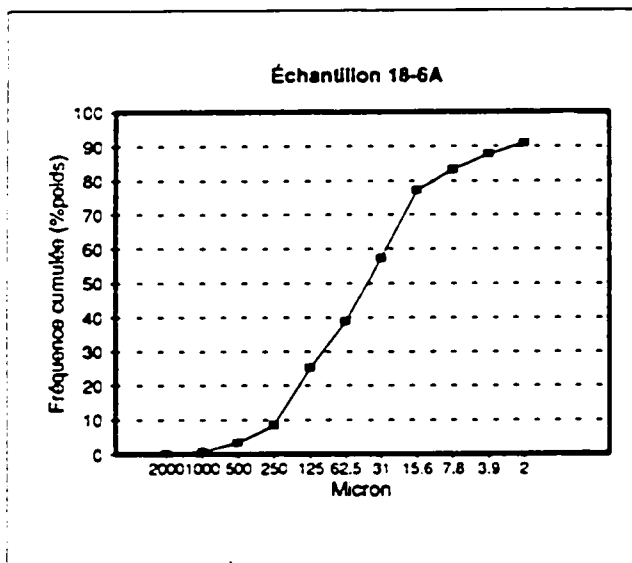
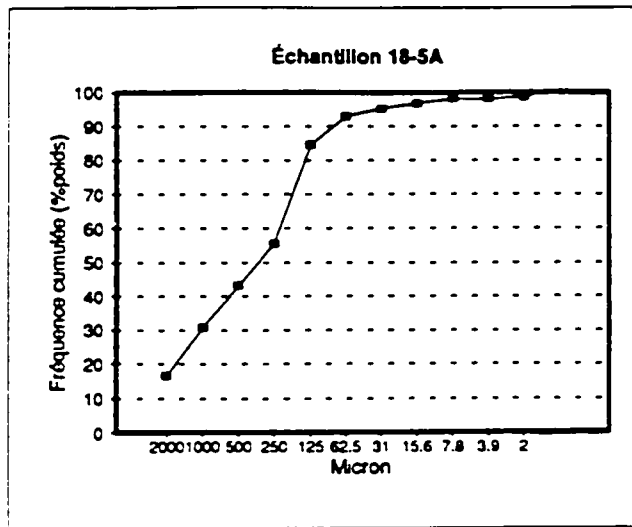
Photo A4: Localisation de la coupe 4



Coupe 4



Coupe 4



Coupe 4

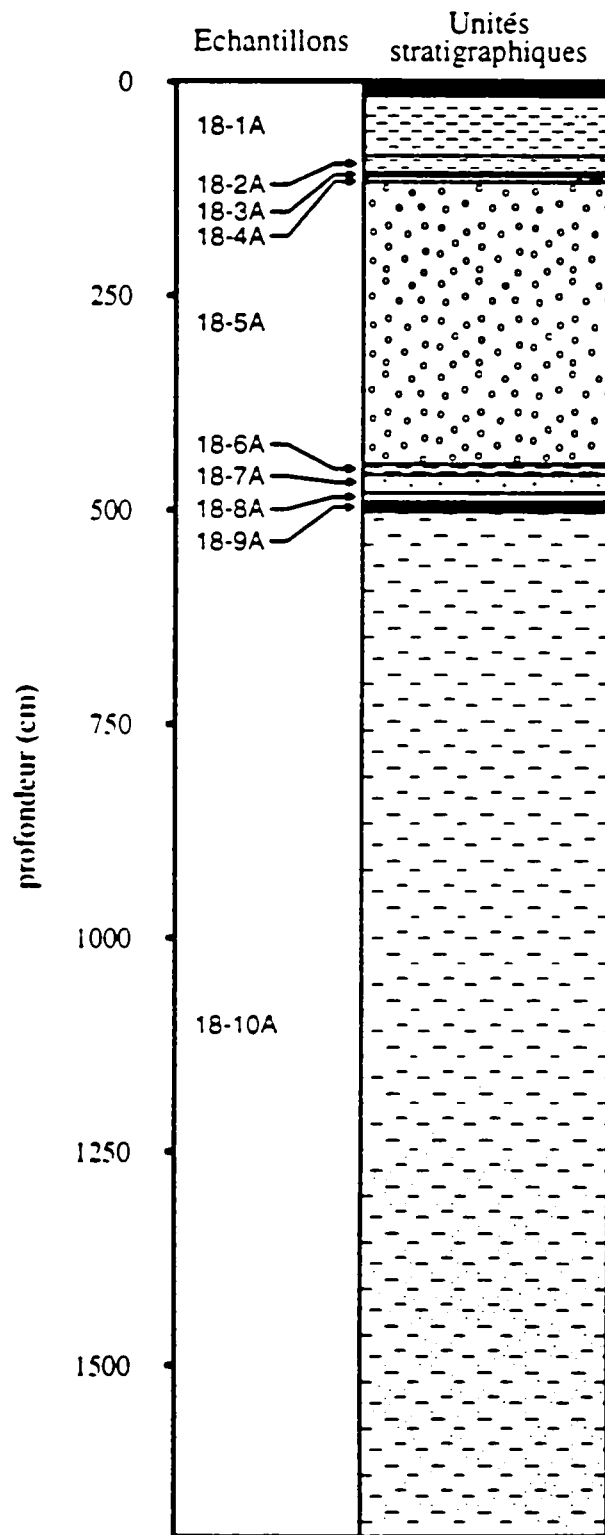
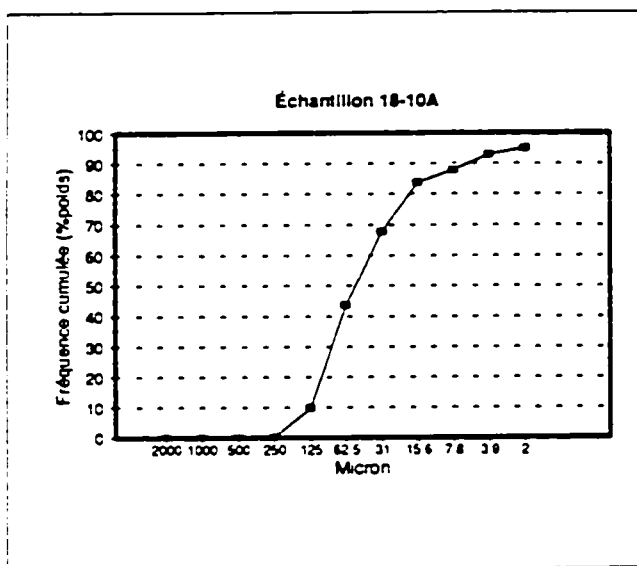
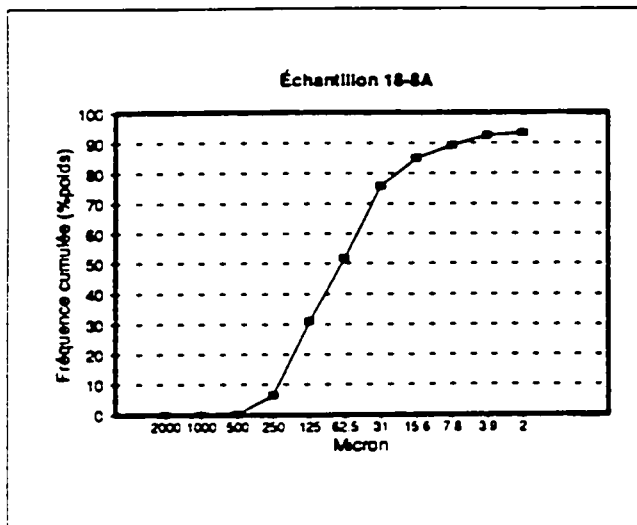
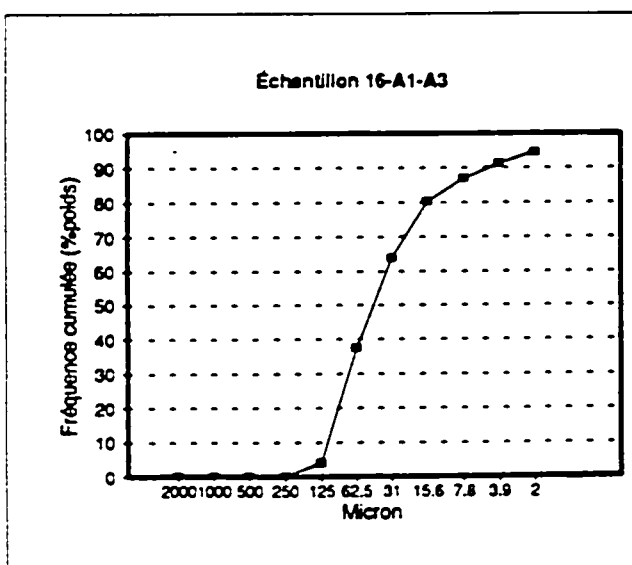
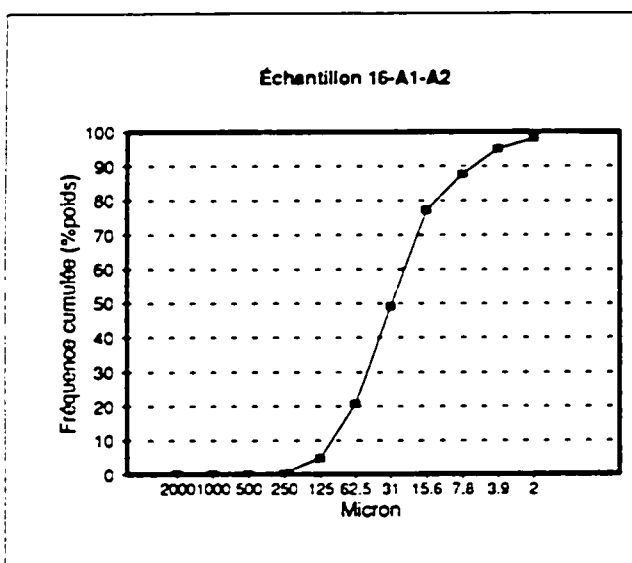
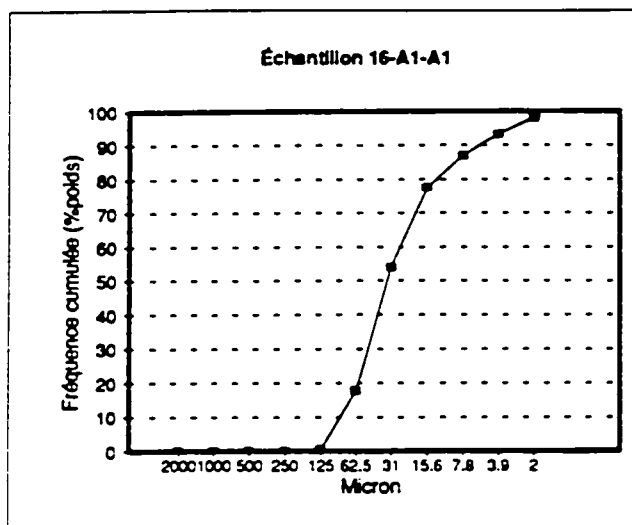
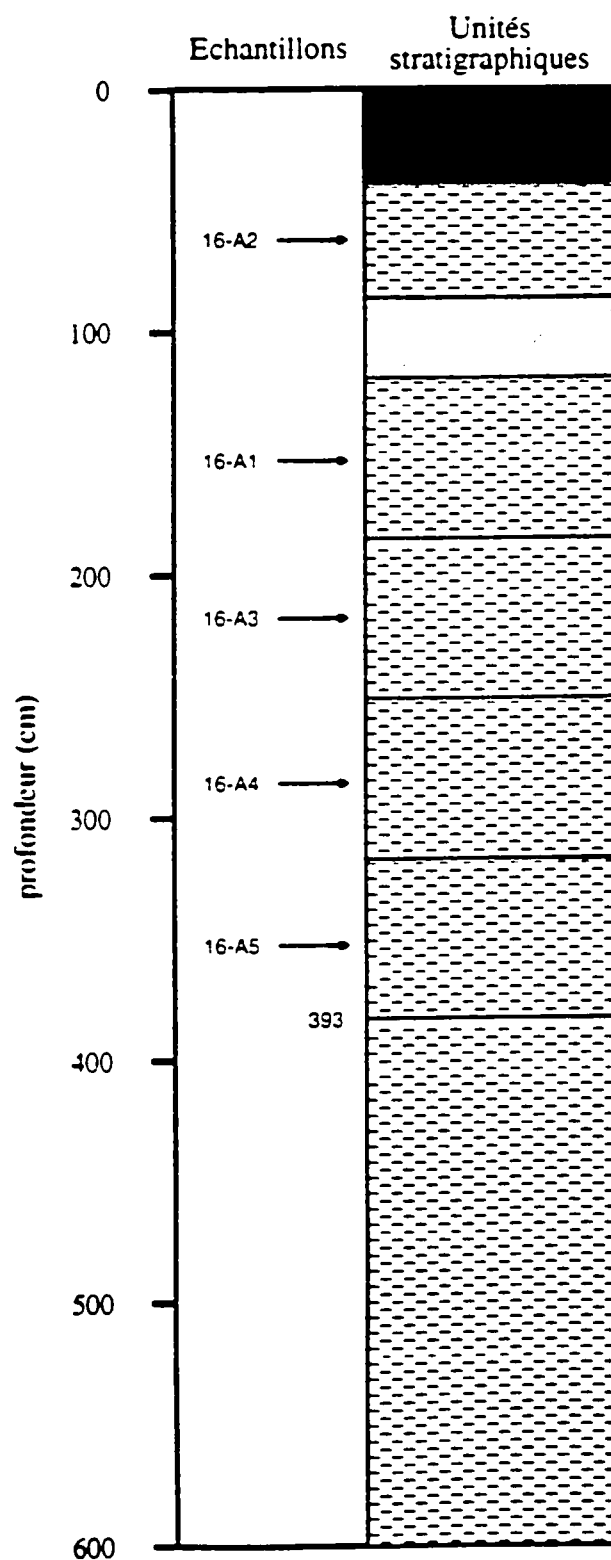


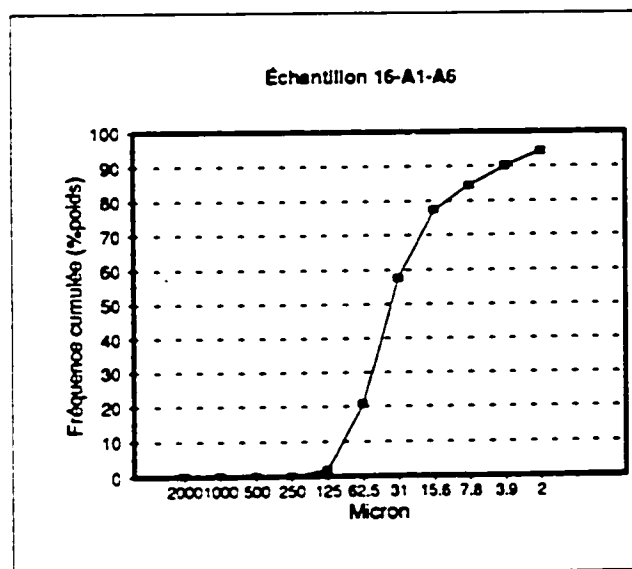
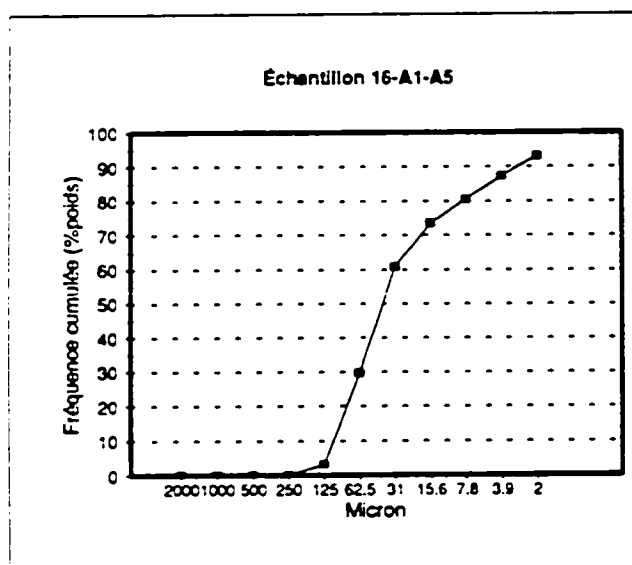
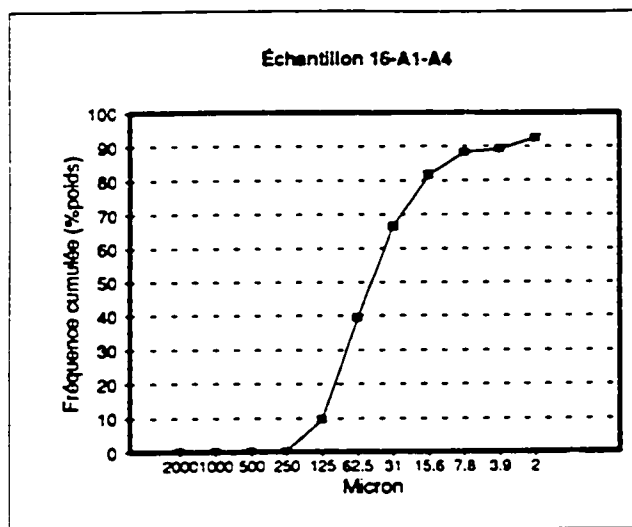


Photo A5: Localisation de la coupe 5

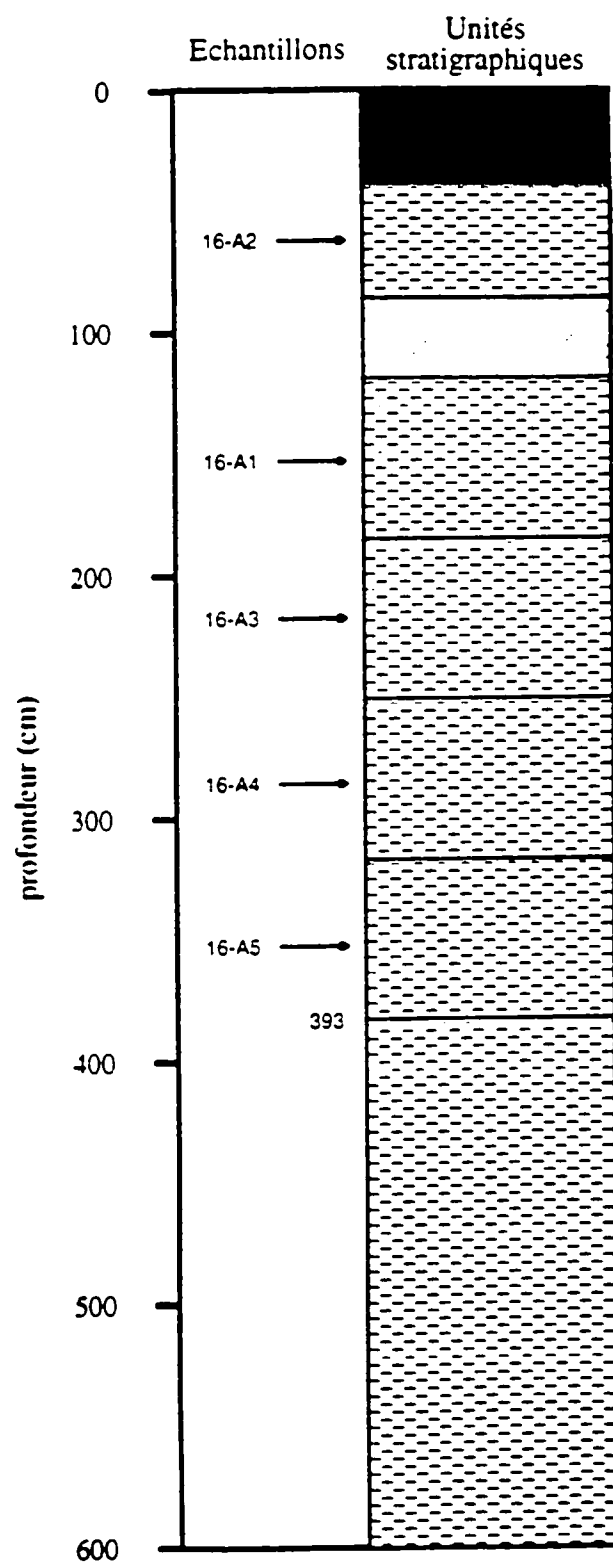


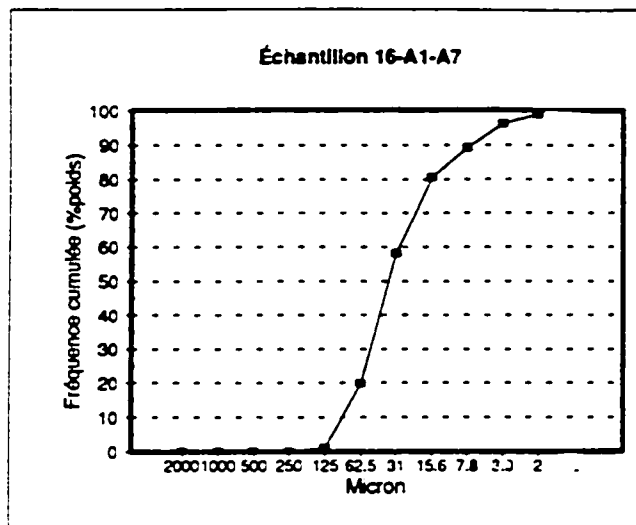
Coupe 5



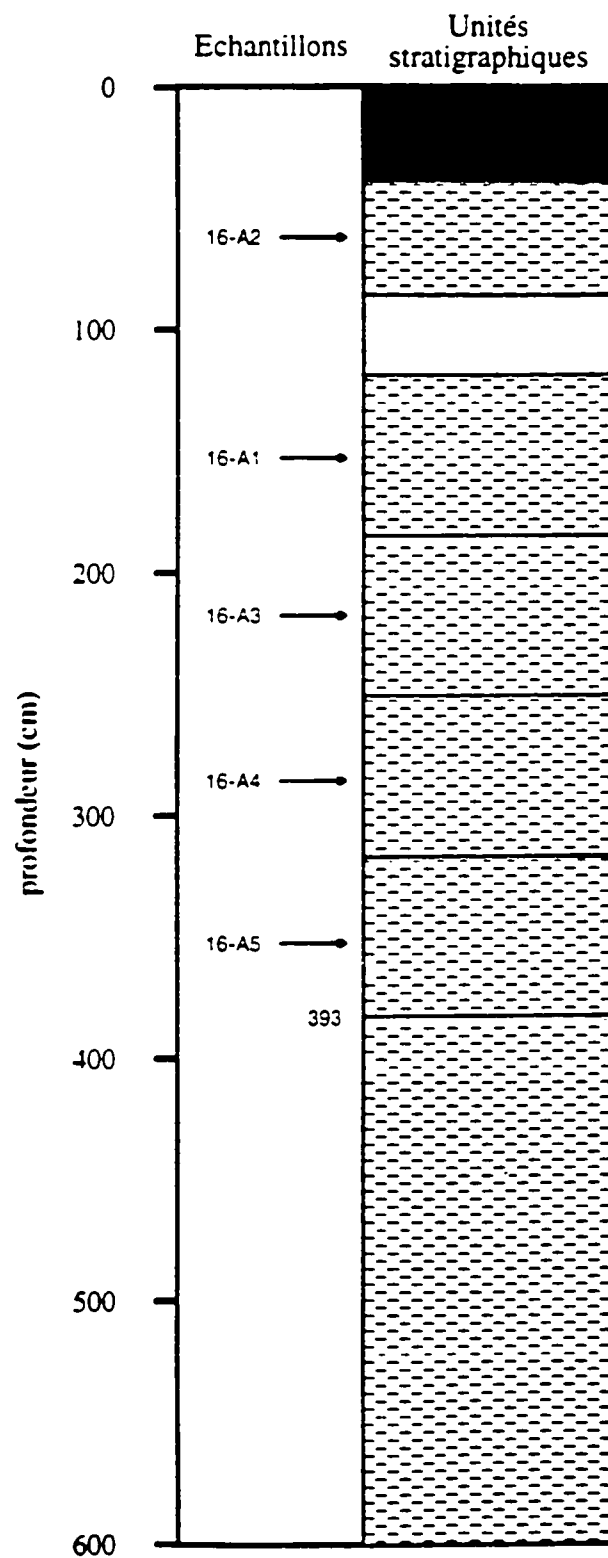


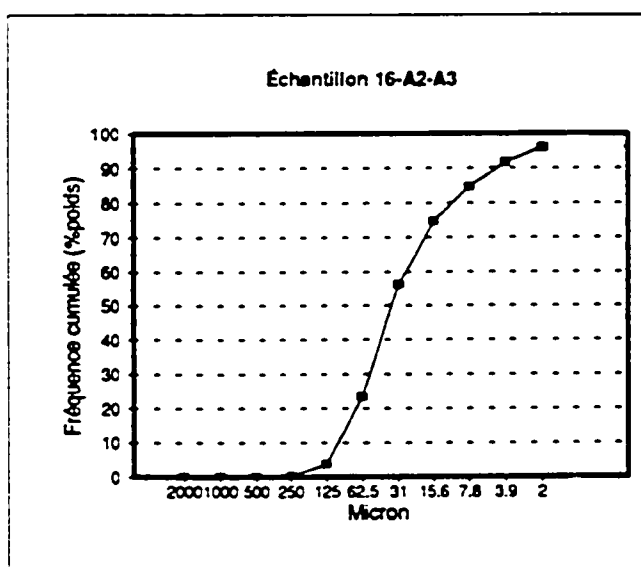
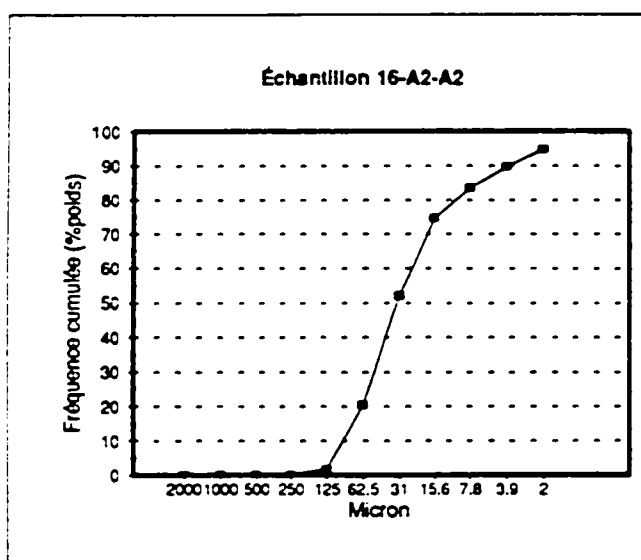
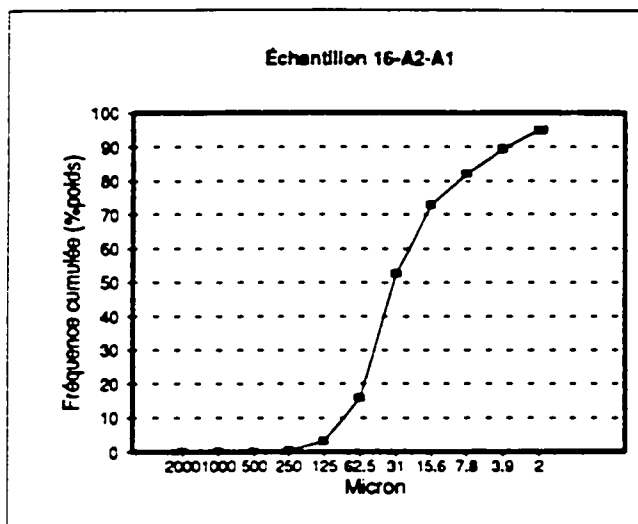
Coupe 5



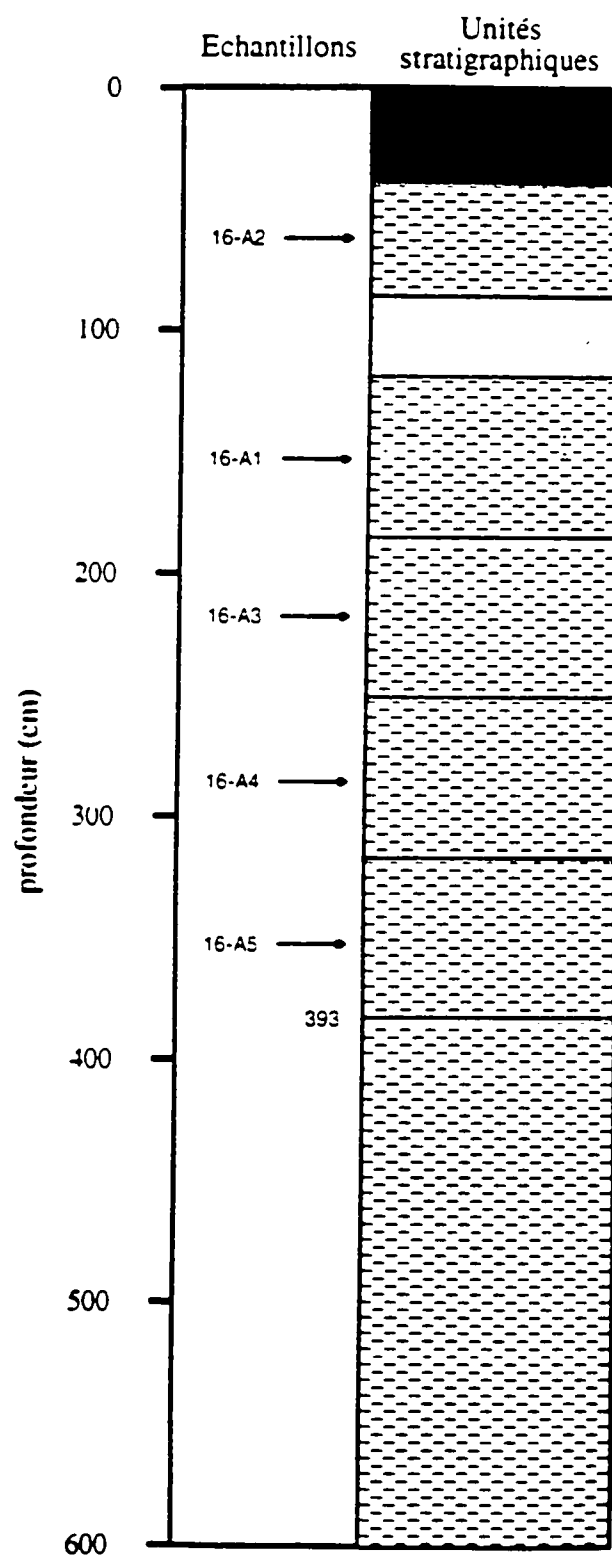


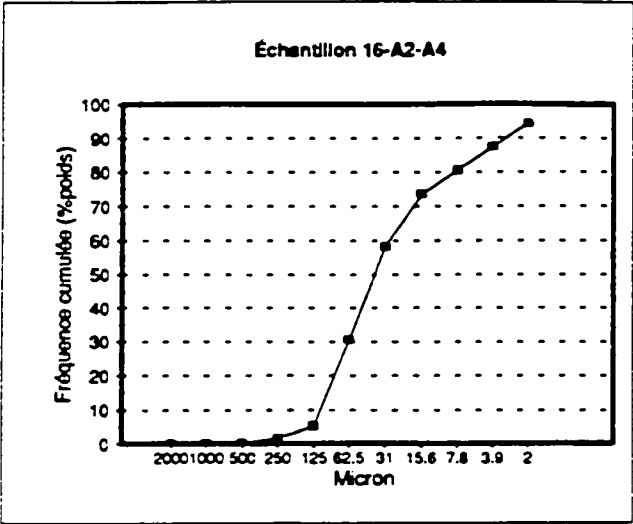
Coupe 5



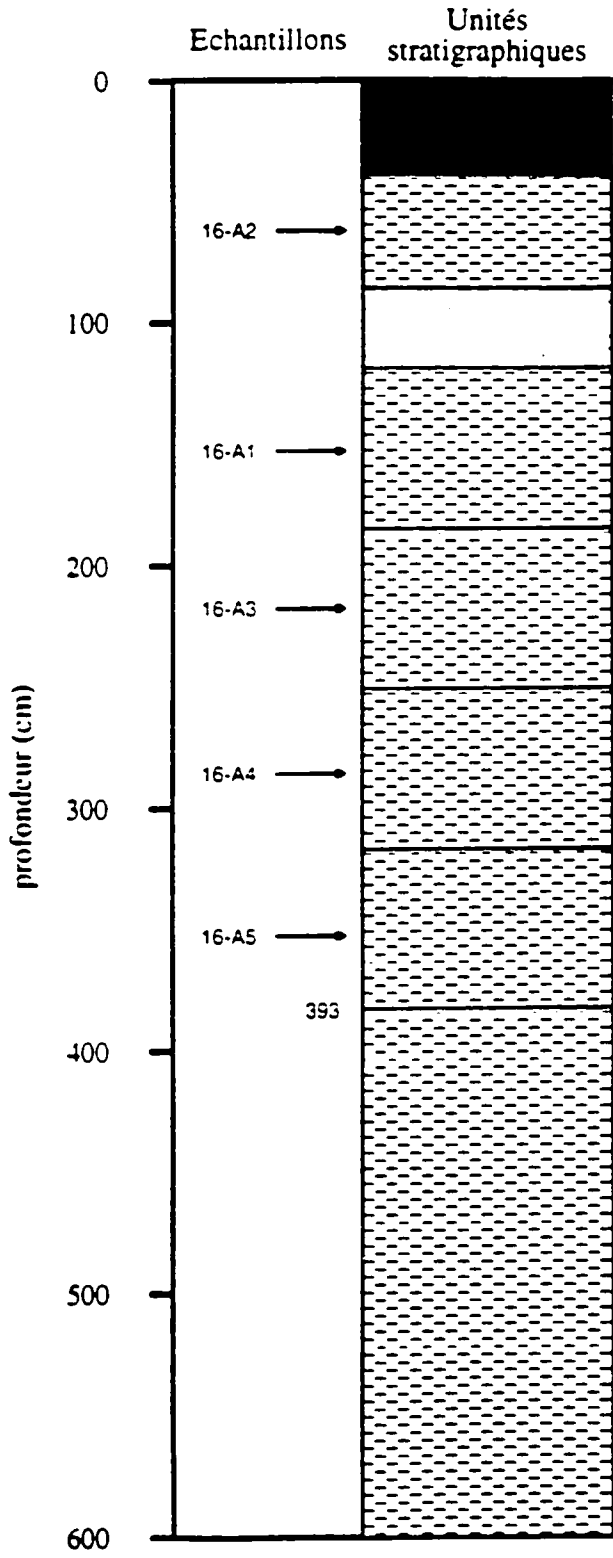


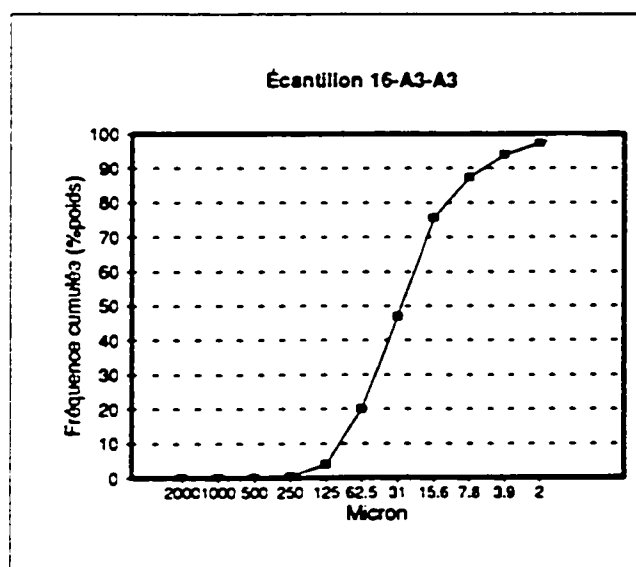
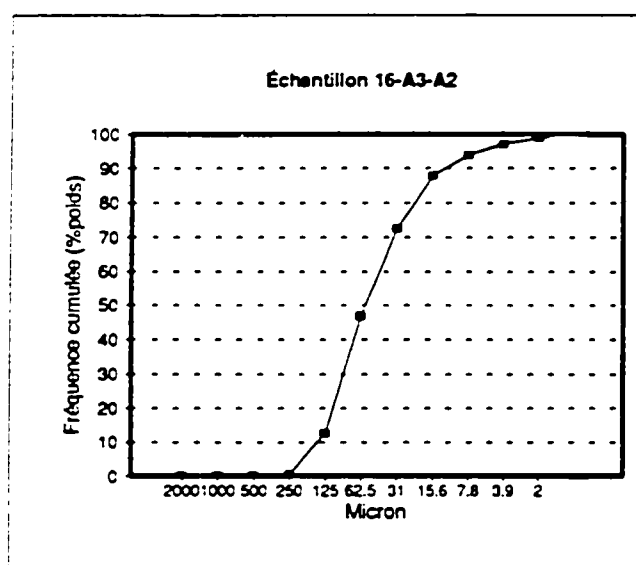
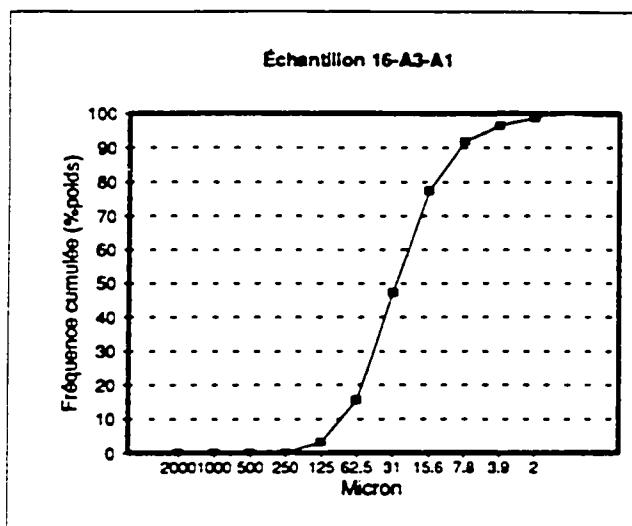
Coupe 5



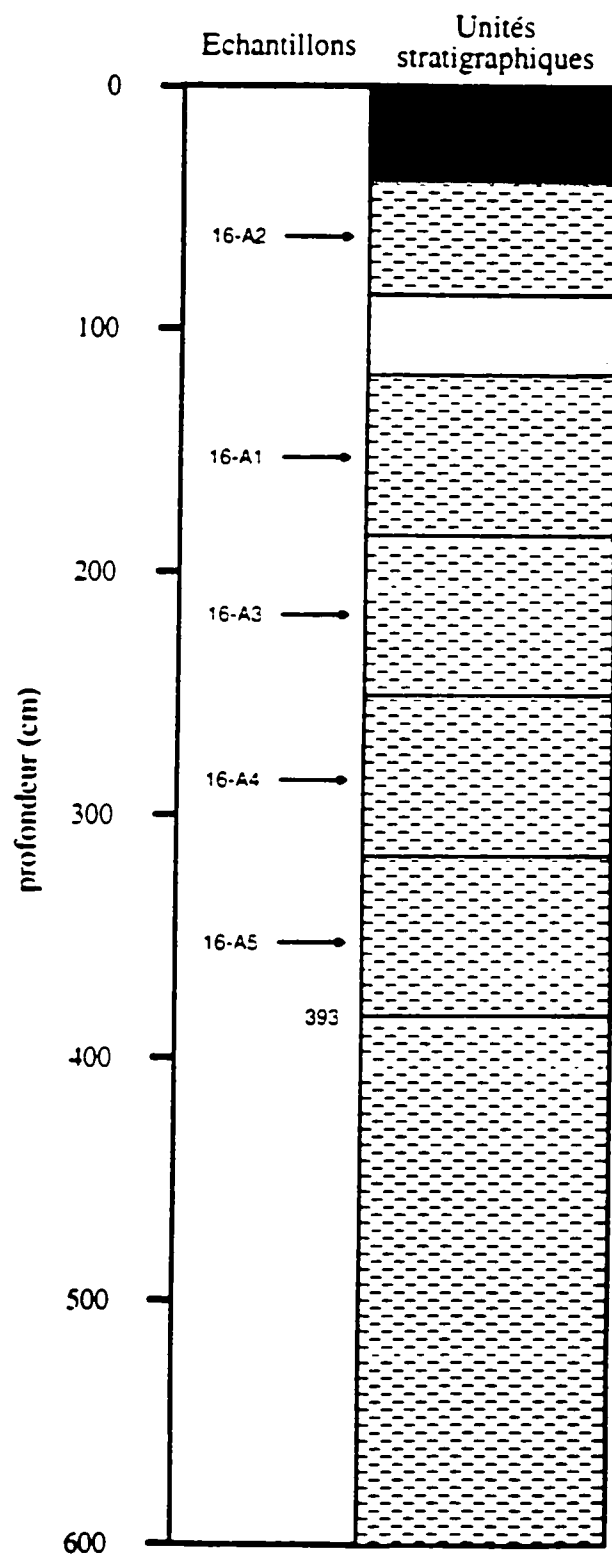


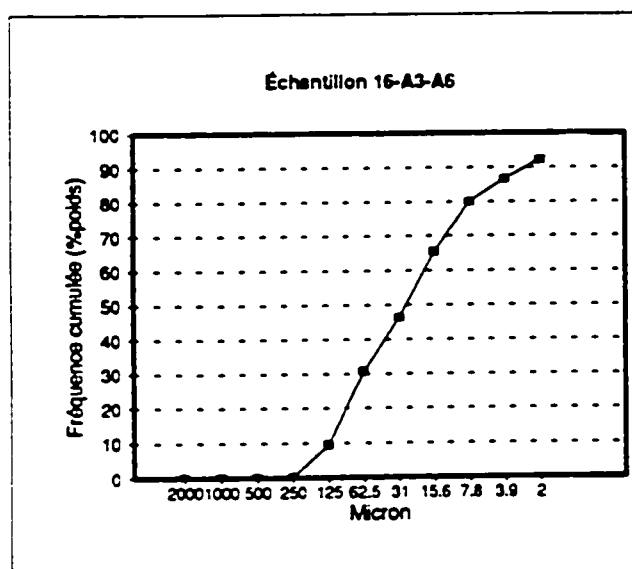
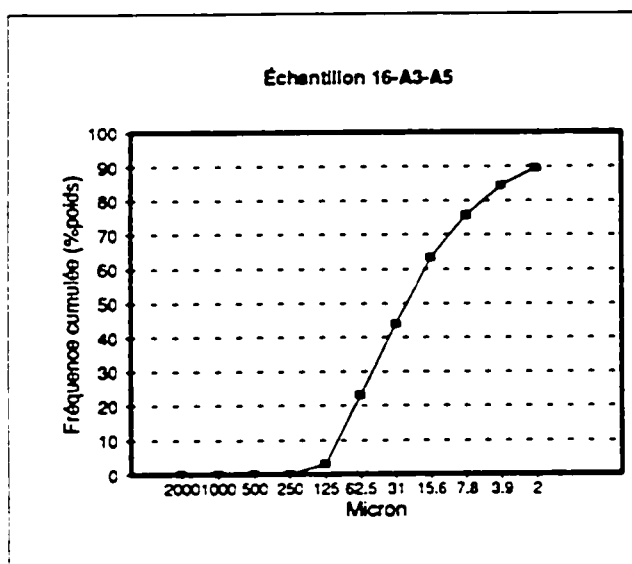
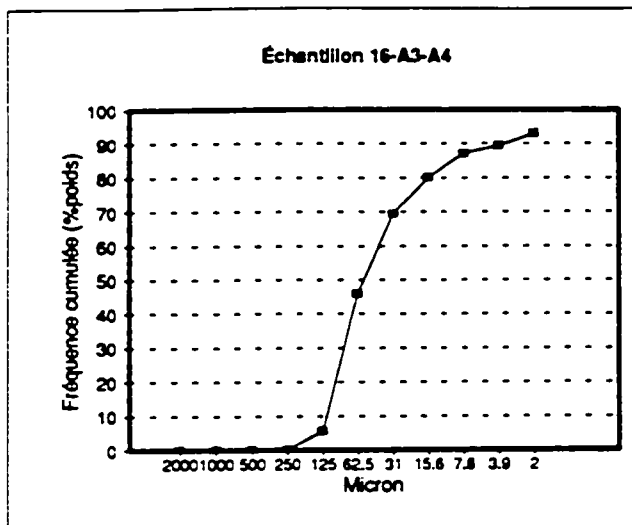
Coupe 5



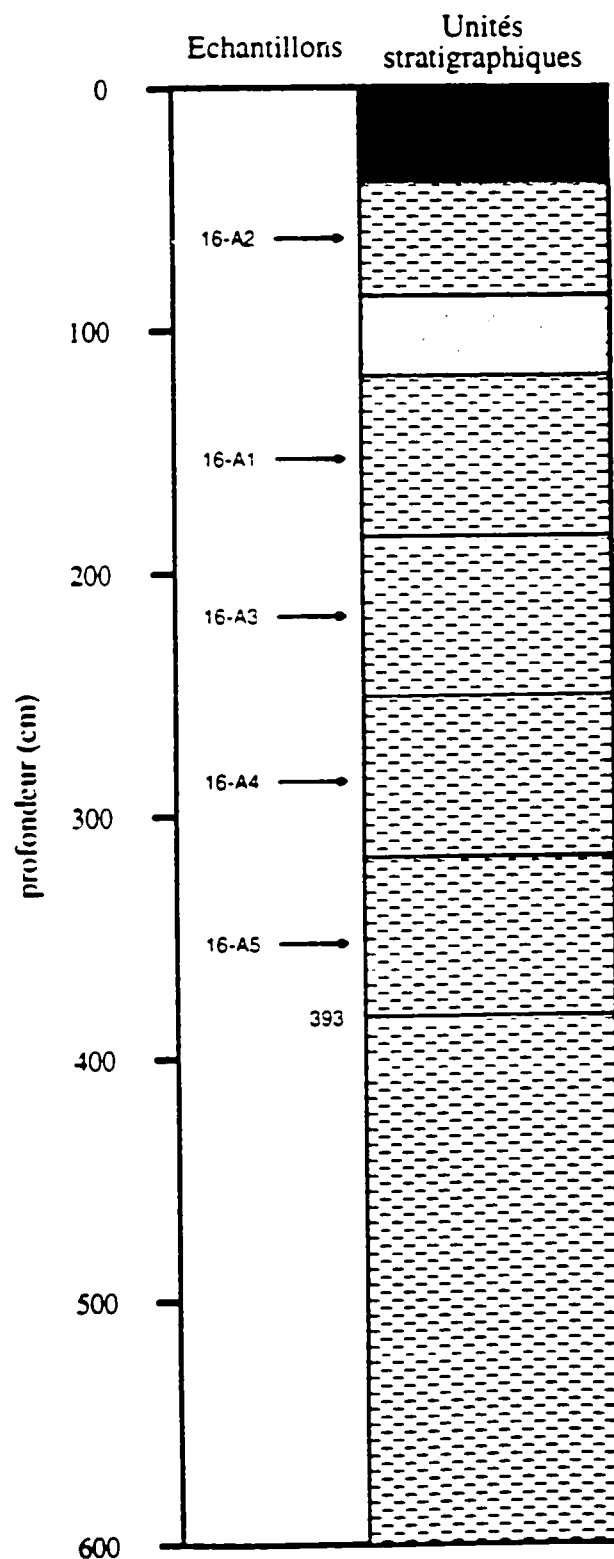


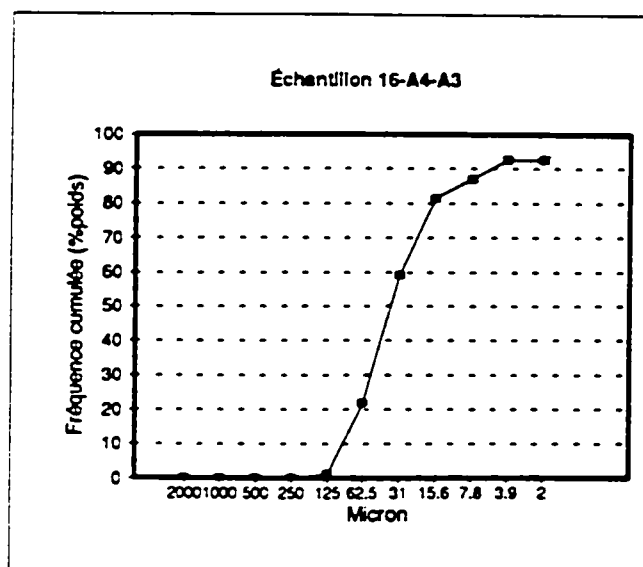
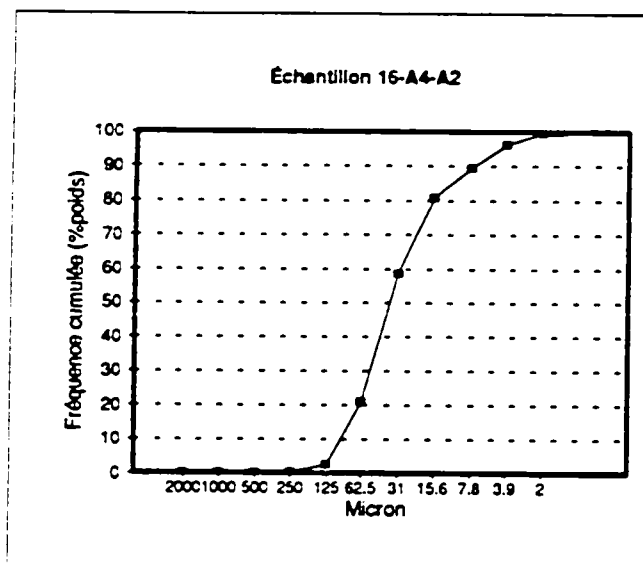
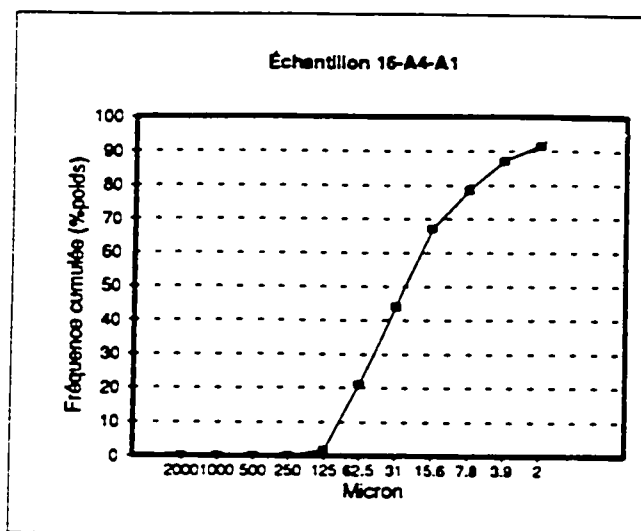
Coupe 5



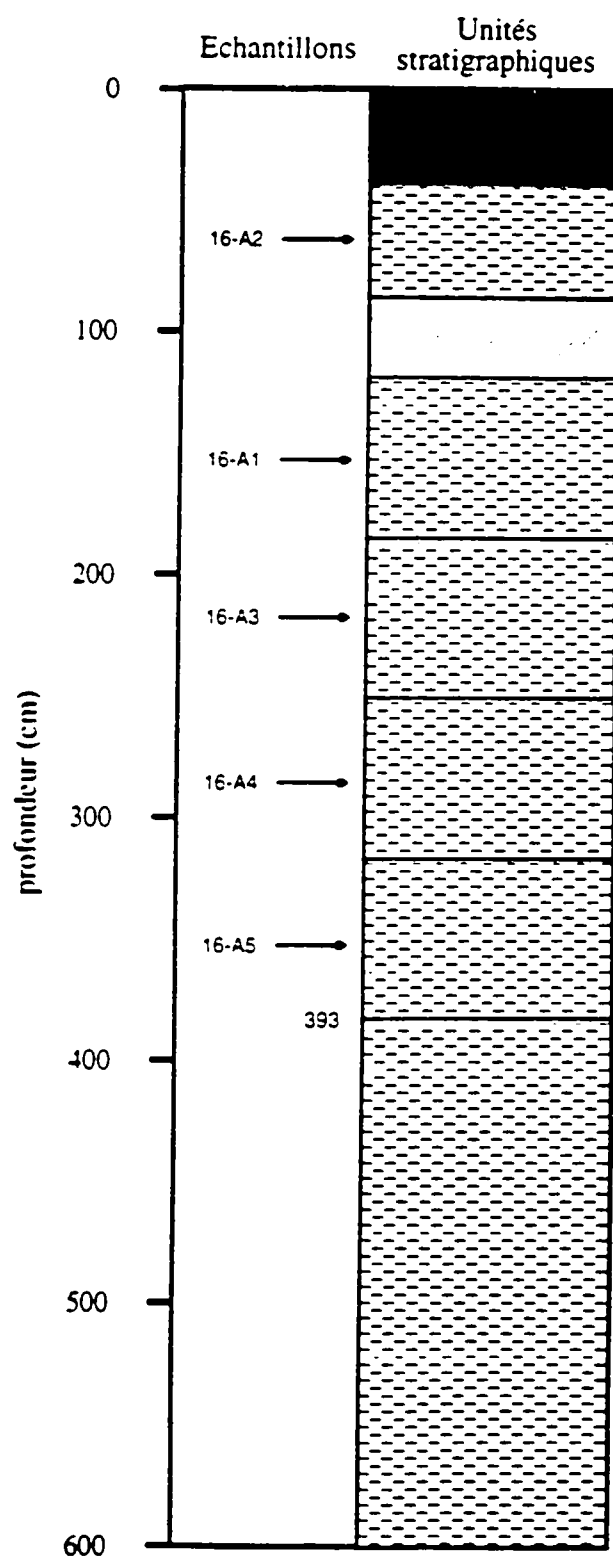


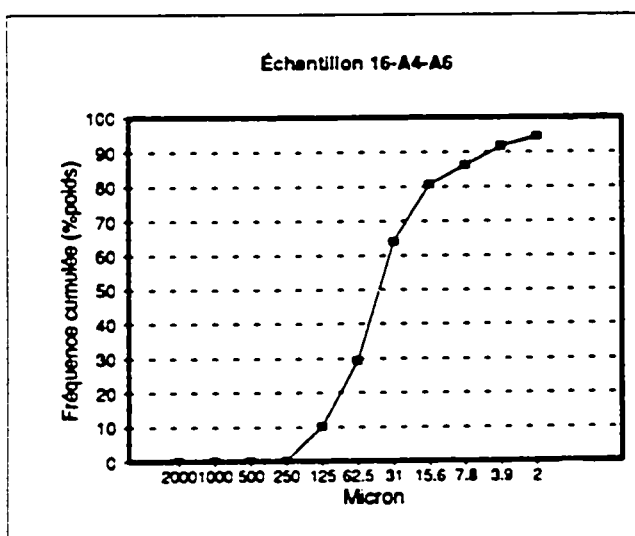
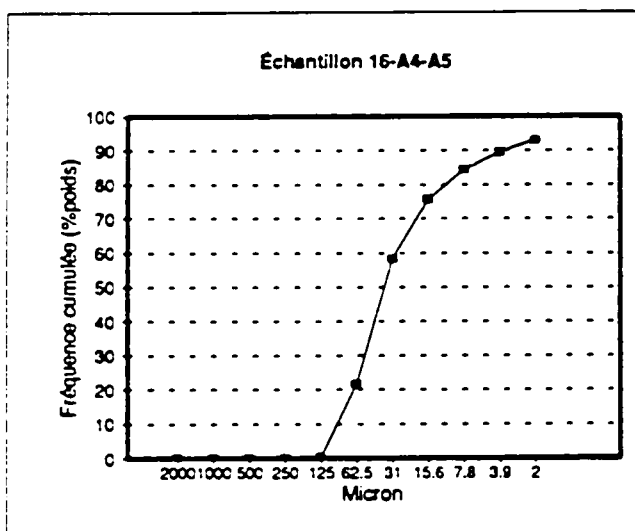
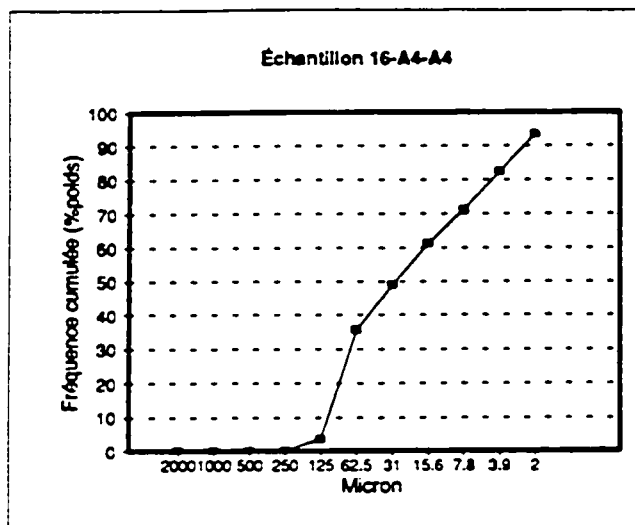
Coupe 5



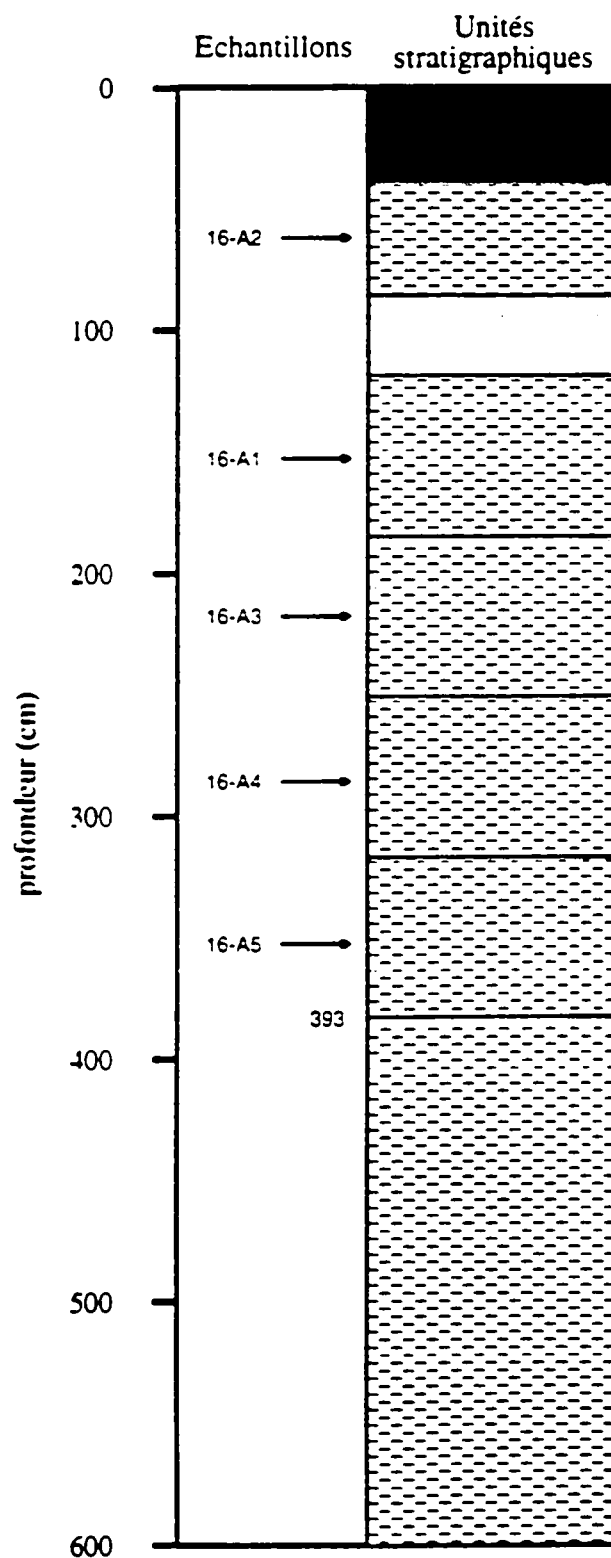


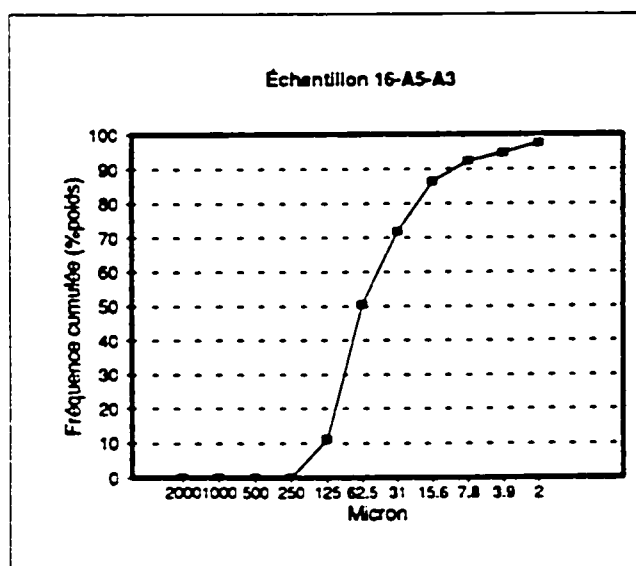
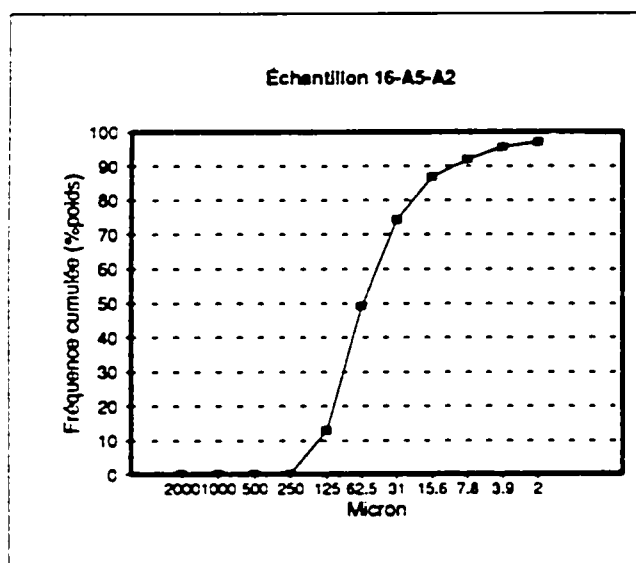
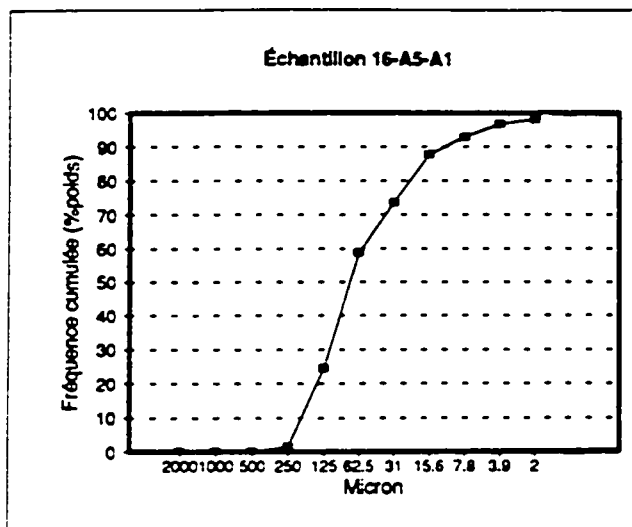
Coupe 5



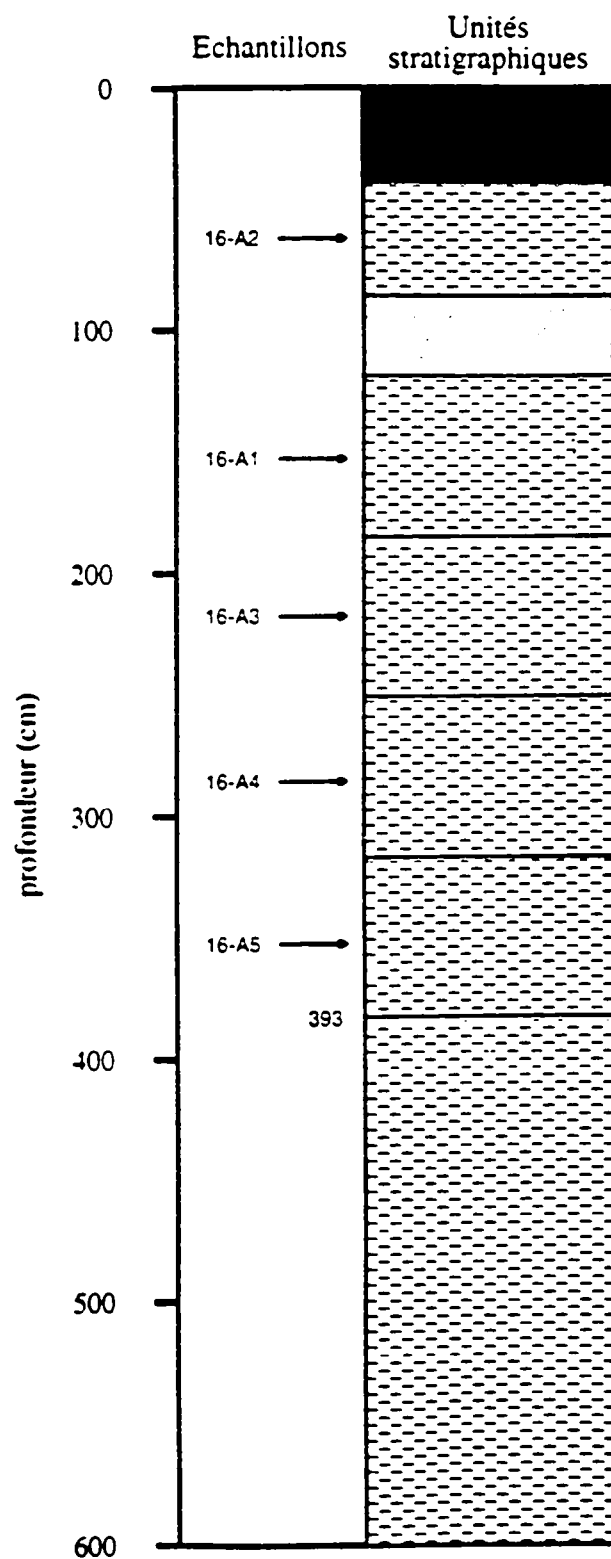


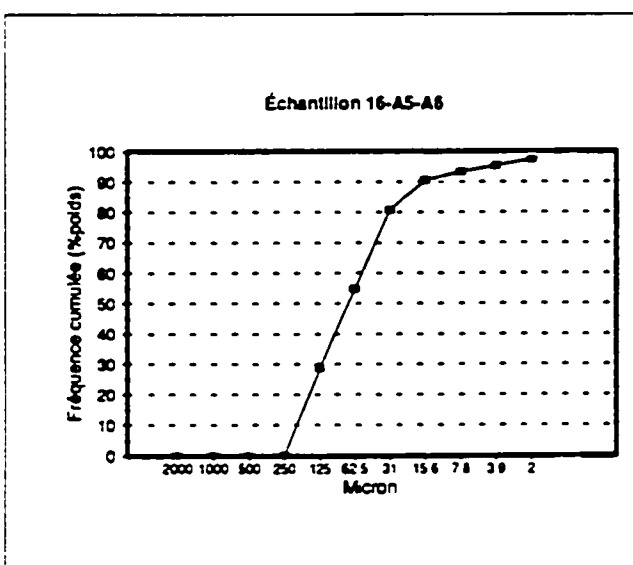
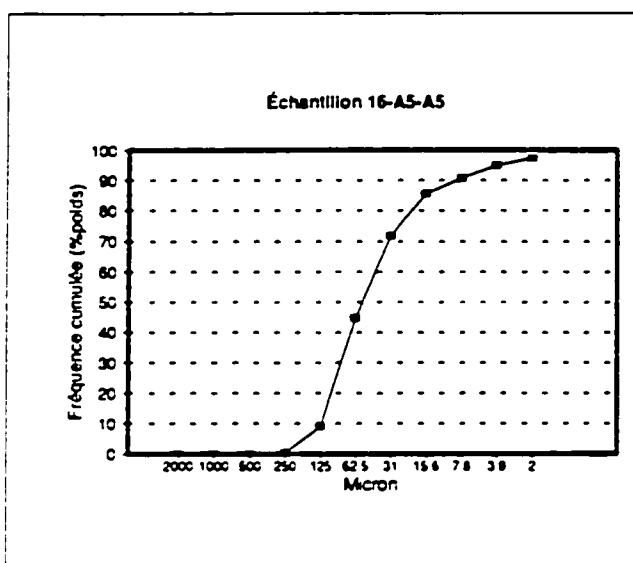
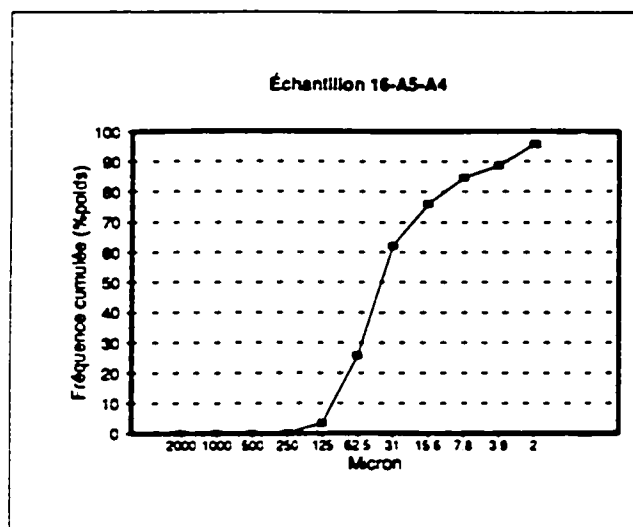
Coupe 5



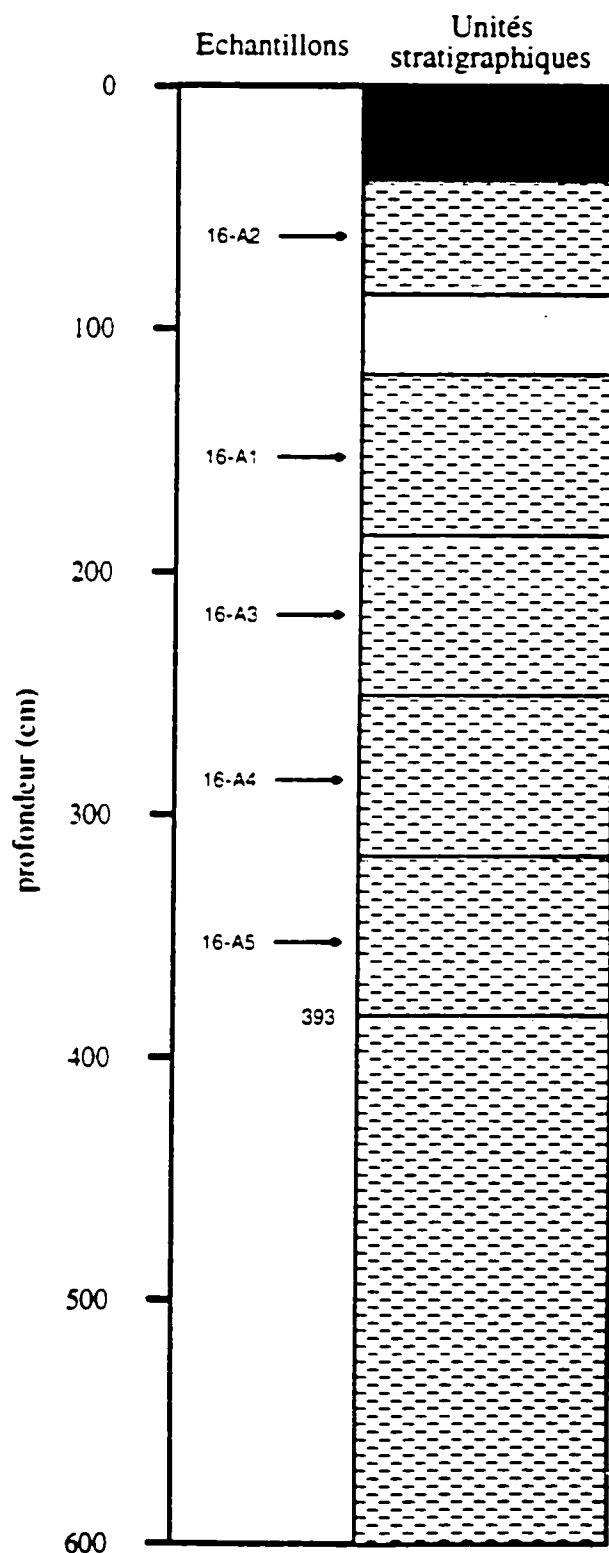


Coupe 5

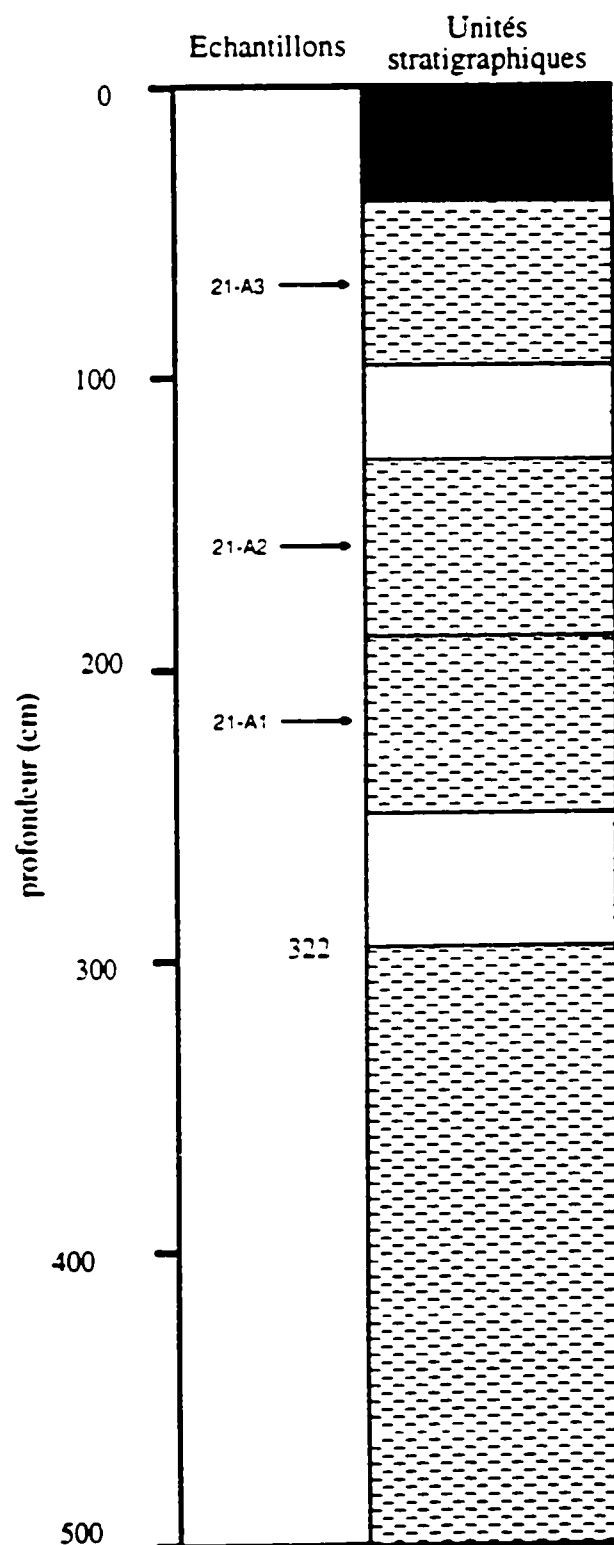
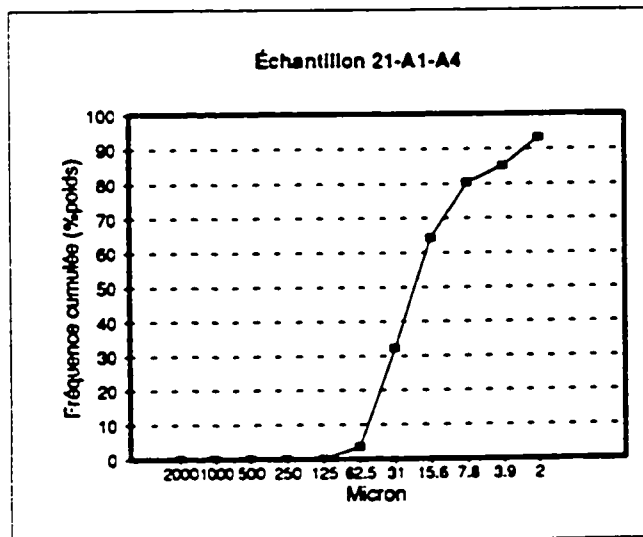
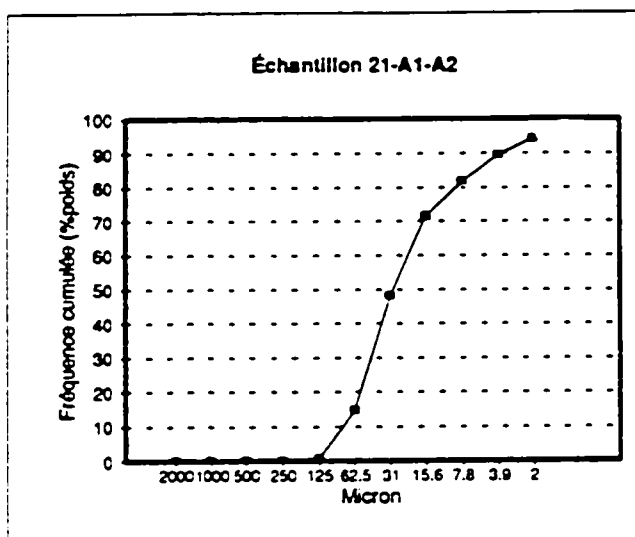
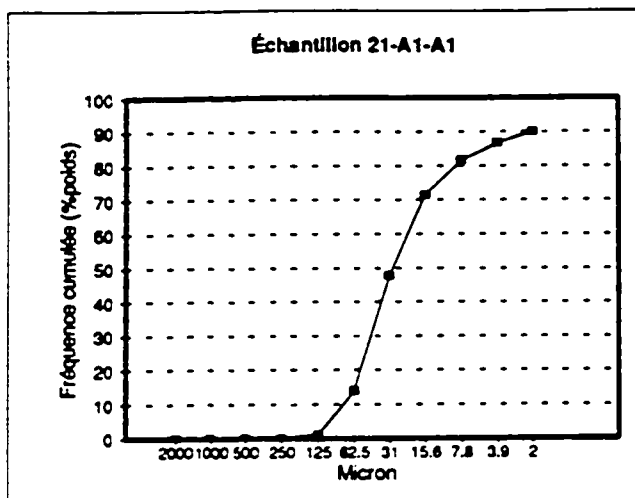




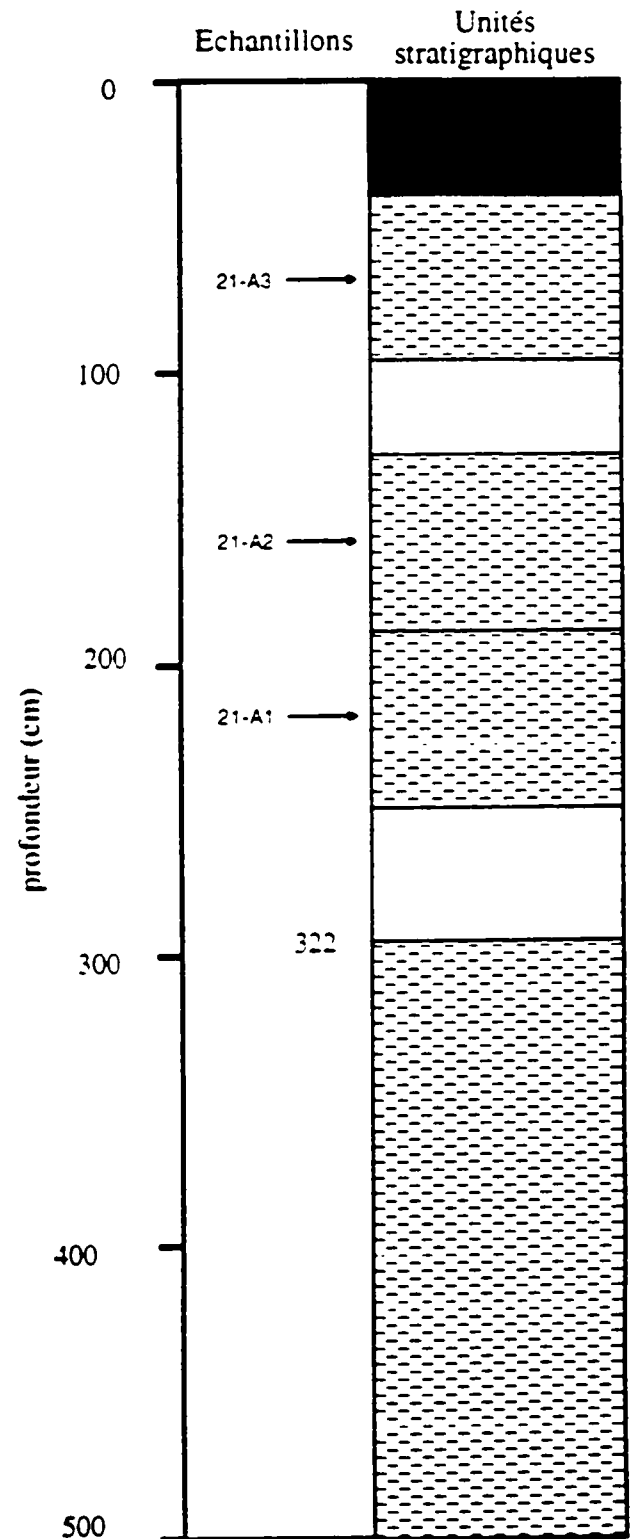
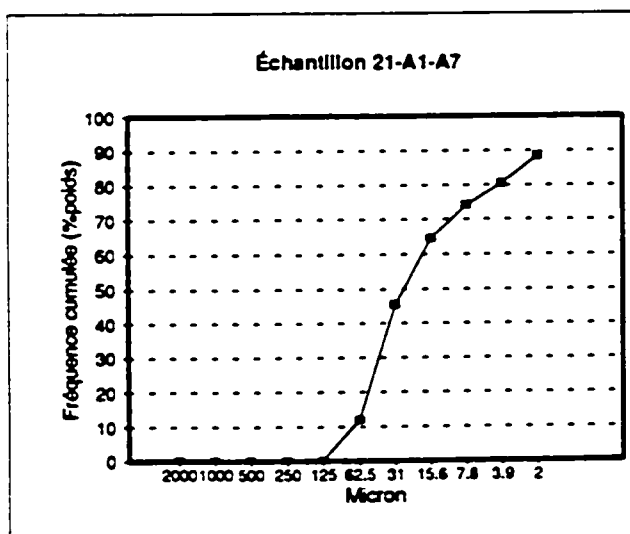
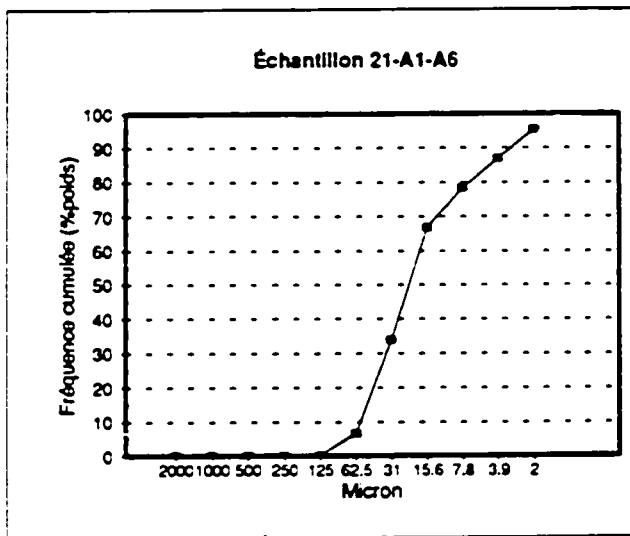
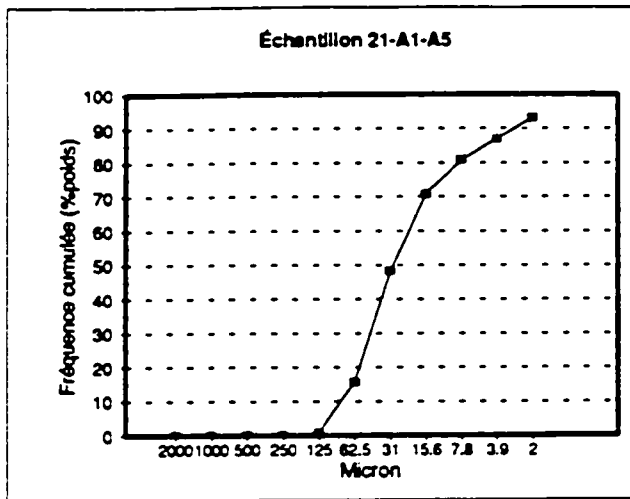
Coupe 5



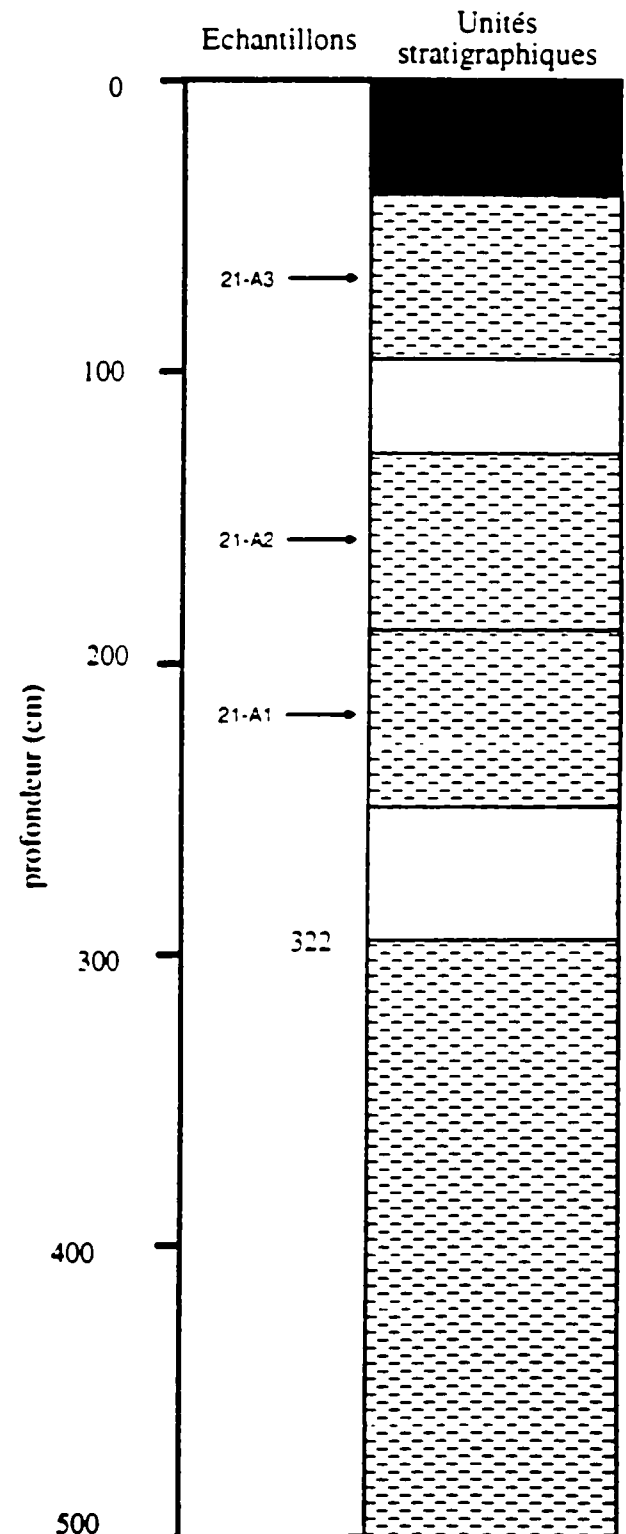
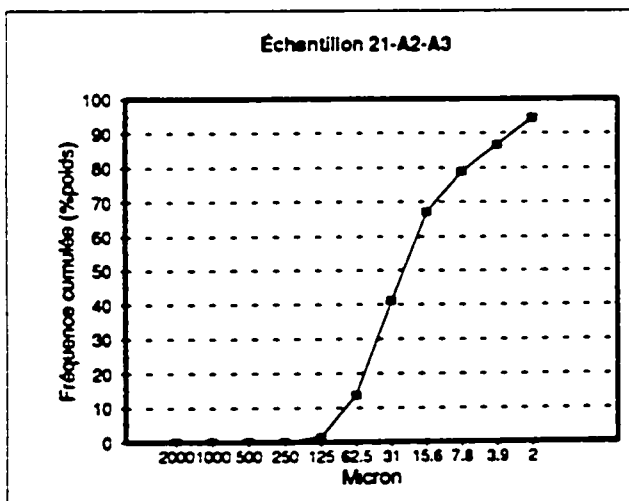
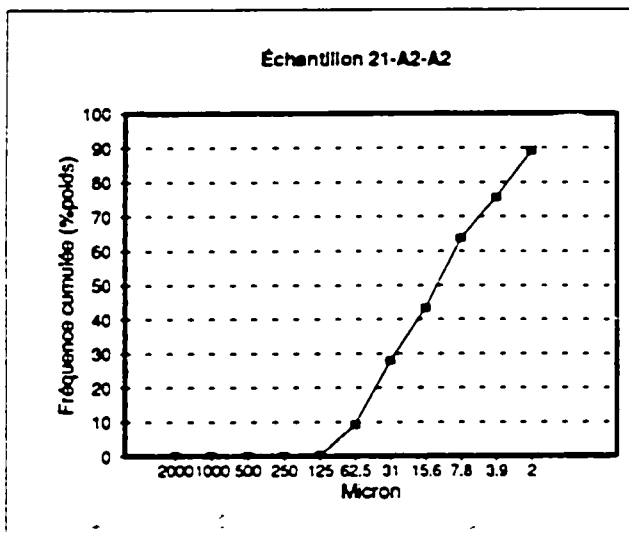
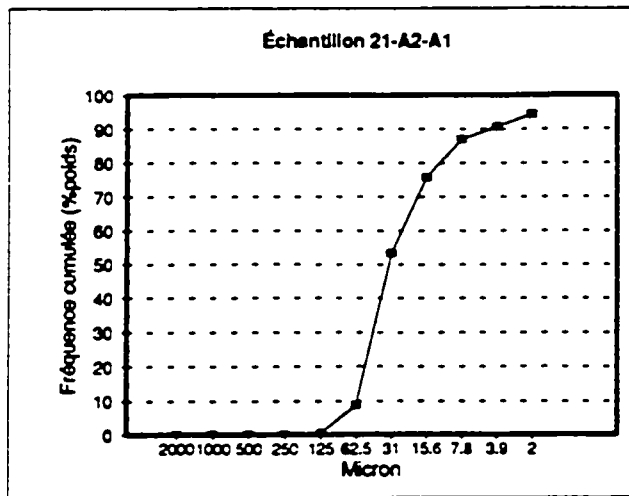
Coupe 6



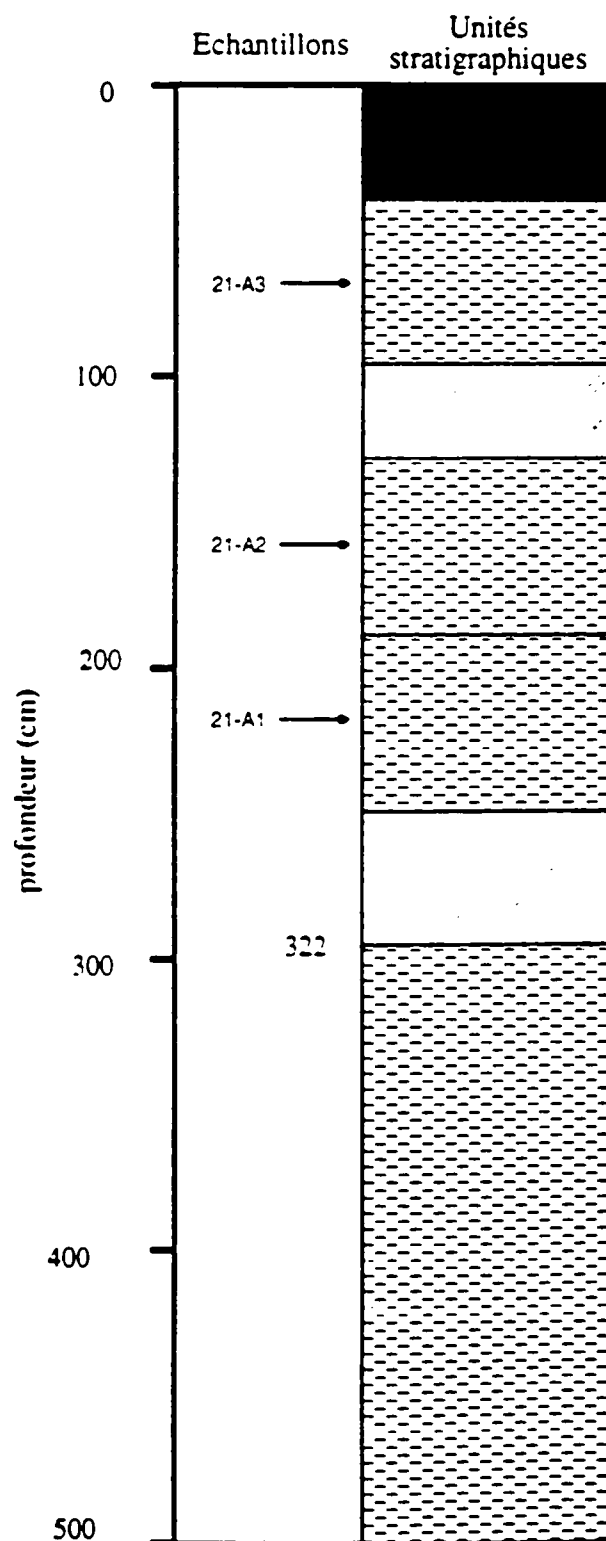
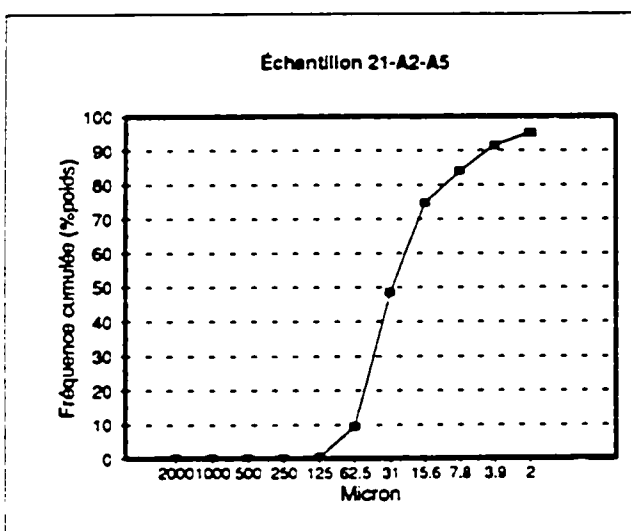
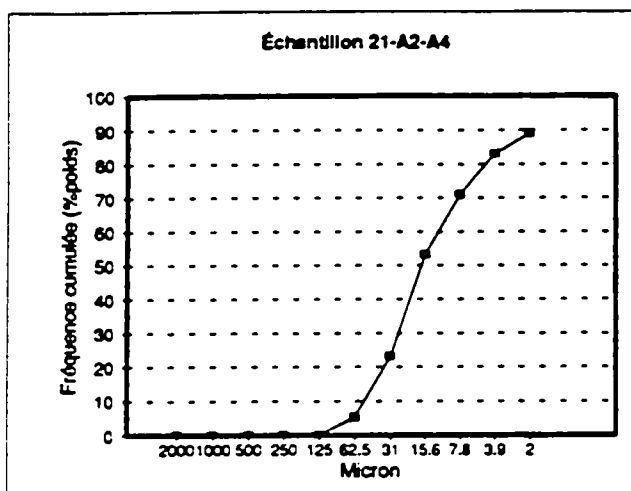
Coupe 6



Coupe 6

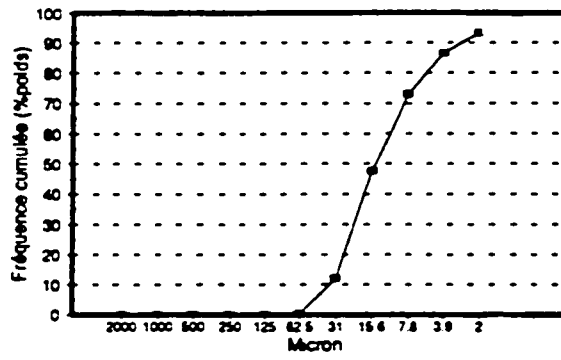


Coupe 6

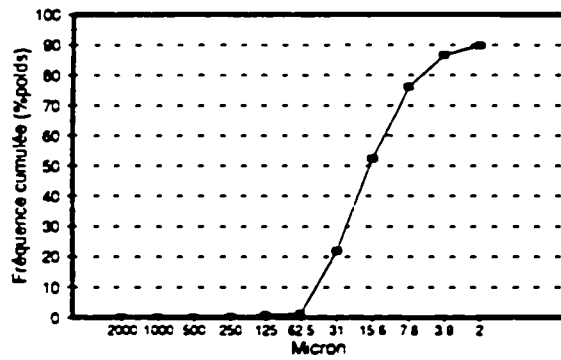


Coupe 6

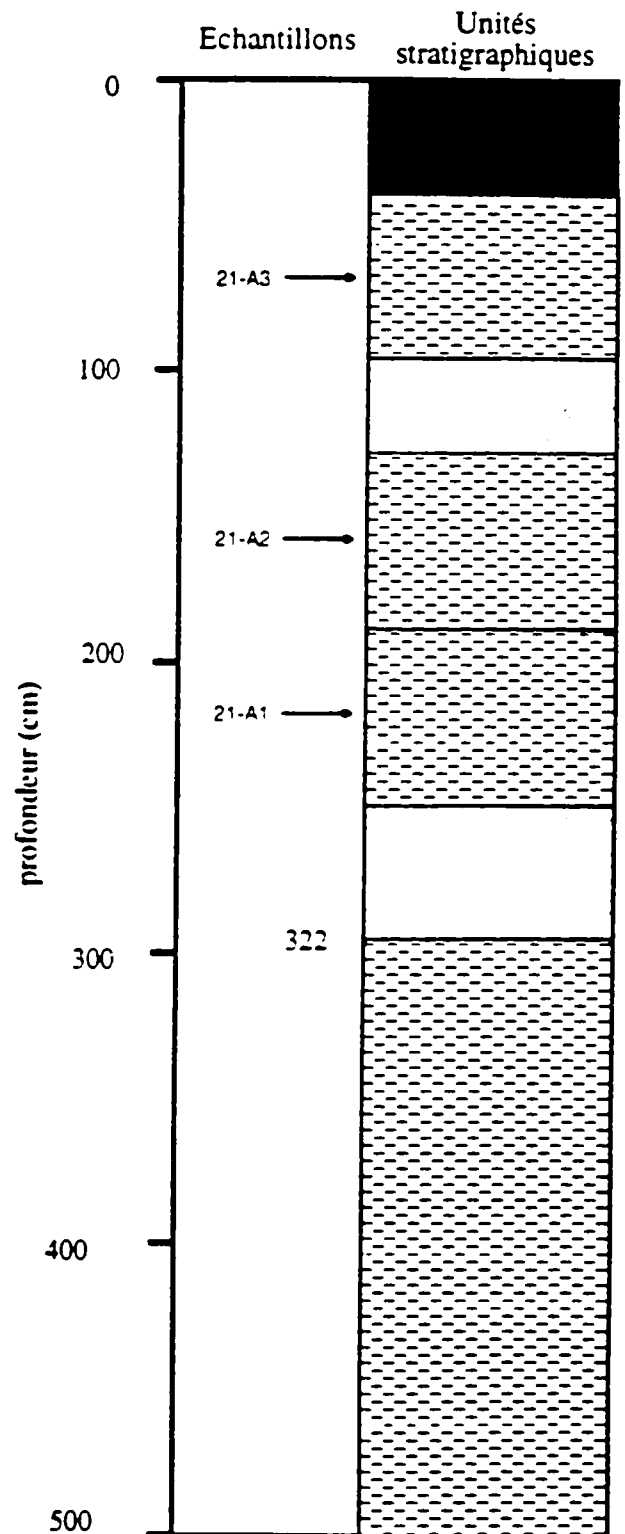
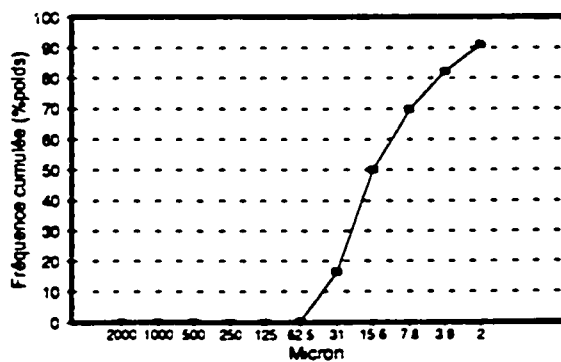
Échantillon 21-A3-A3



Échantillon 21-A3-A5



Échantillon 21-A3-A6

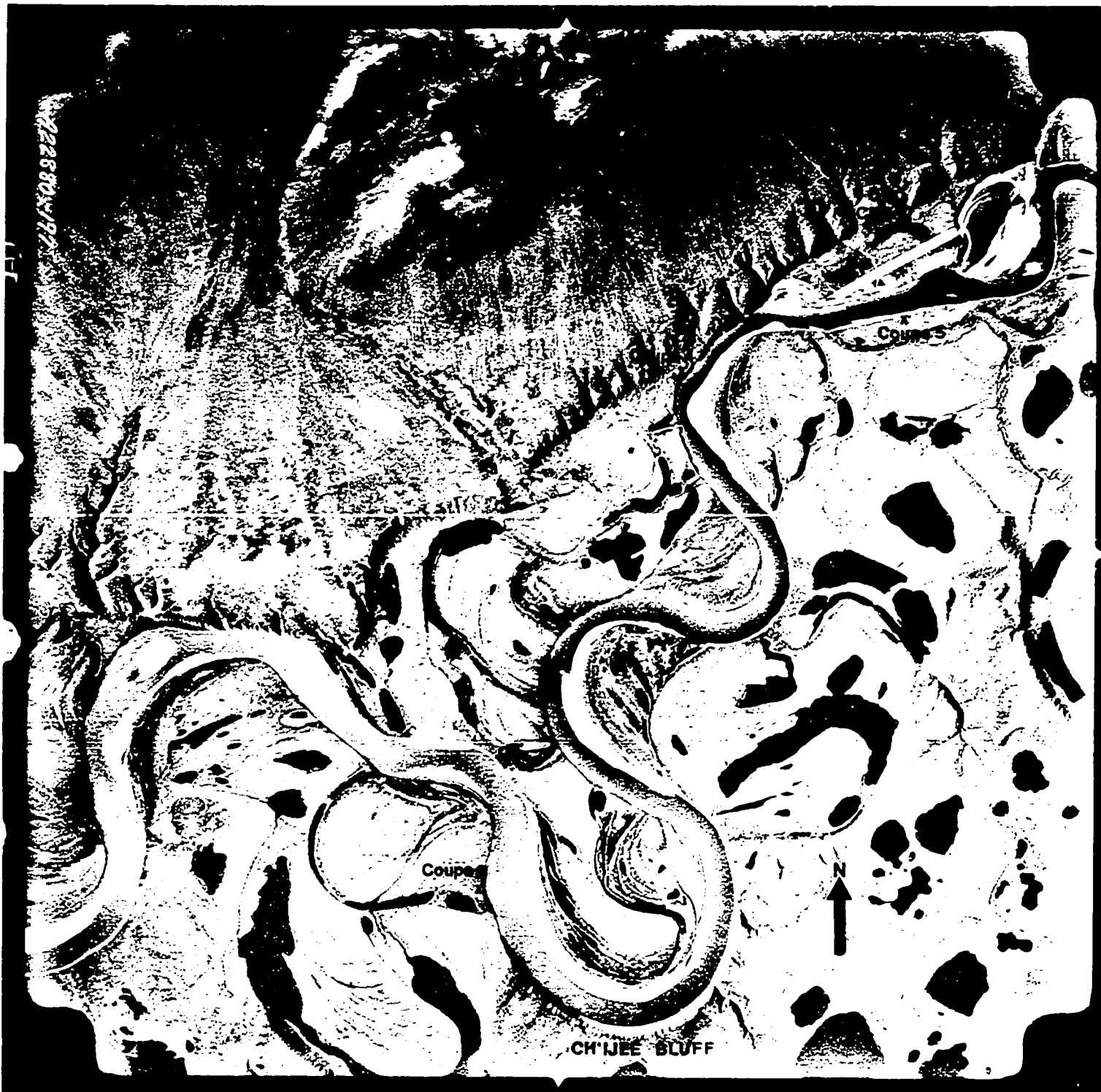


DA. MINISTRE DE L'ENERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES. T



CANADA. DEPARTMENT OF ENERGY MINES AND RESOURCES T







A22880-150

Photo B4 : A 22880-150

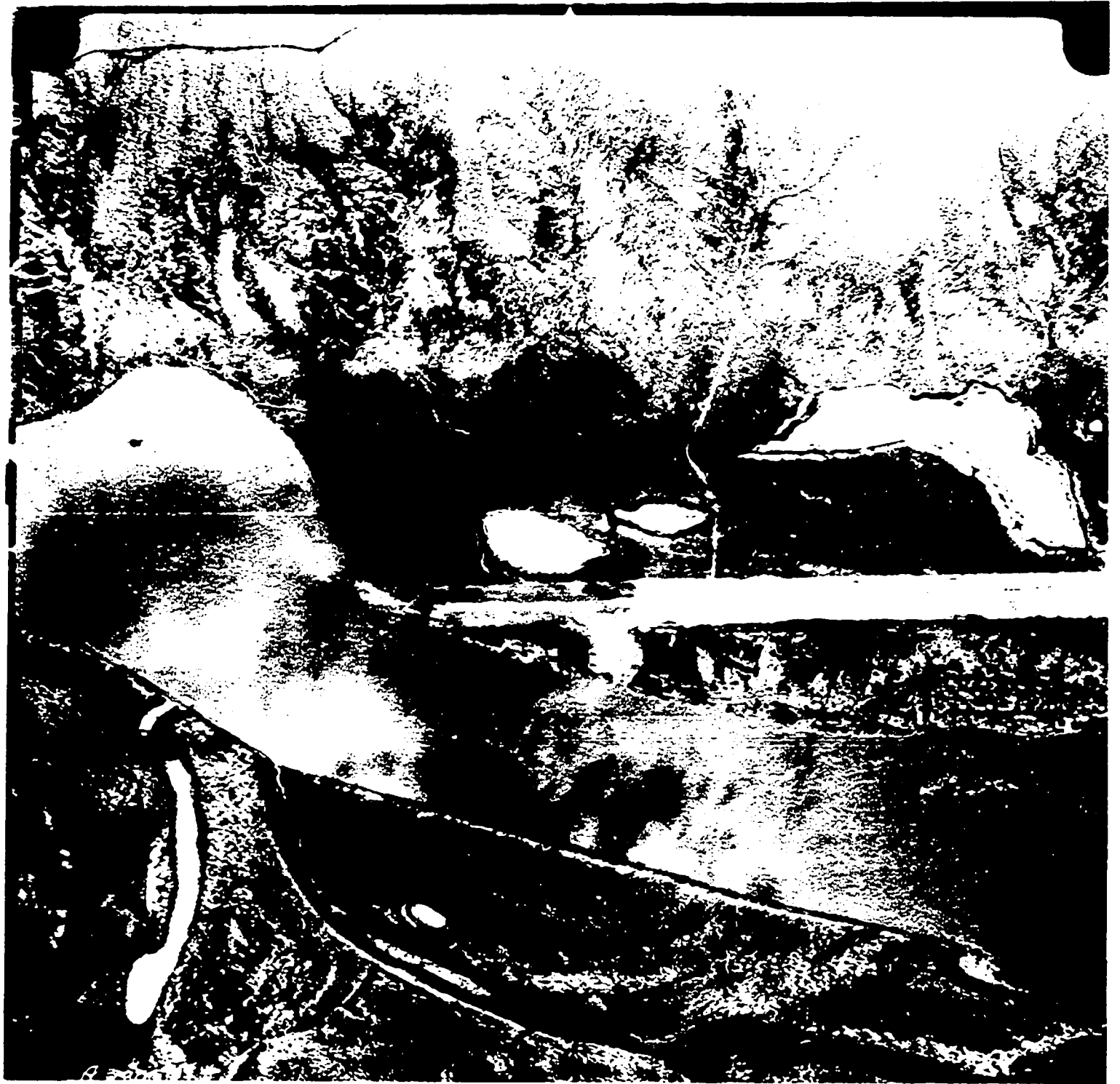


Photo B5 : Photo A 30852

NOTE TO USERS

Oversize maps and charts are microfilmed in sections in the following manner:

LEFT TO RIGHT, TOP TO BOTTOM, WITH SMALL OVERLAPS

The following map or chart has been microfilmed in its entirety at the end of this manuscript (not available on microfiche). A xerographic reproduction has been provided for paper copies and is inserted into the inside of the back cover.

Black and white photographic prints (17"x 23") are available for an additional charge.

UMI

Matériaux superficiels

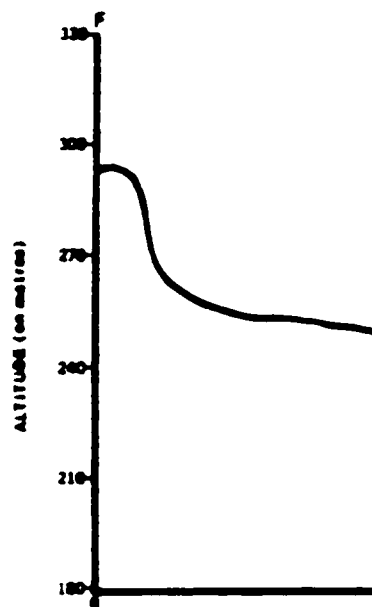
Plaine de Bluefish

Territoire du Yukon

fficiels

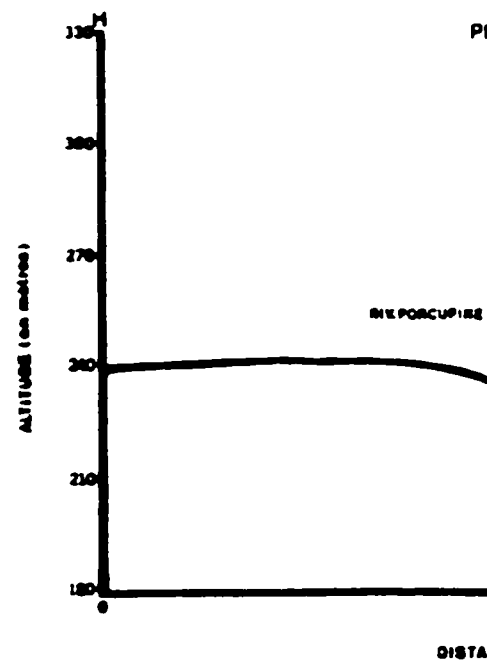
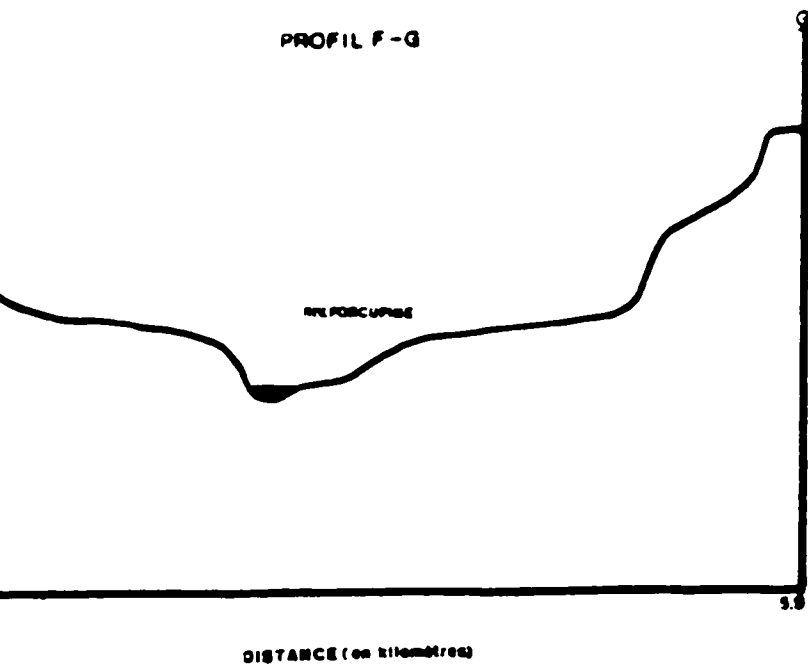
efish

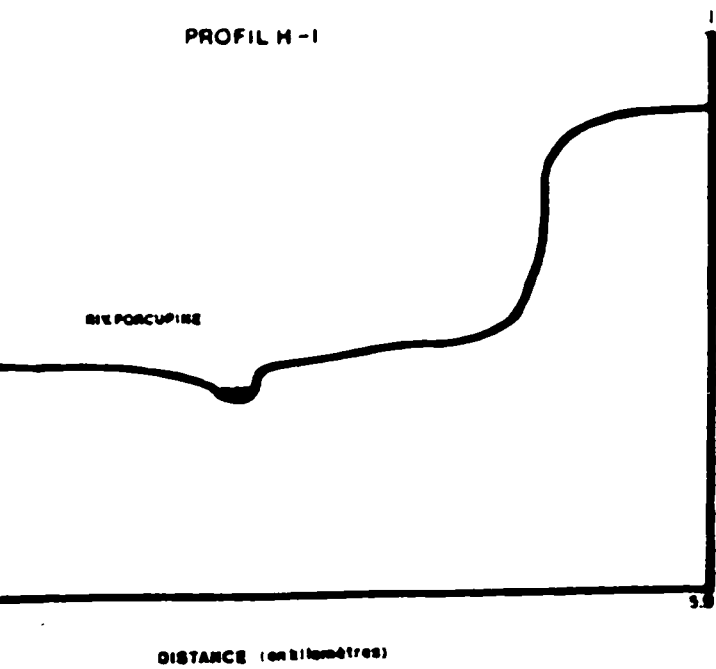
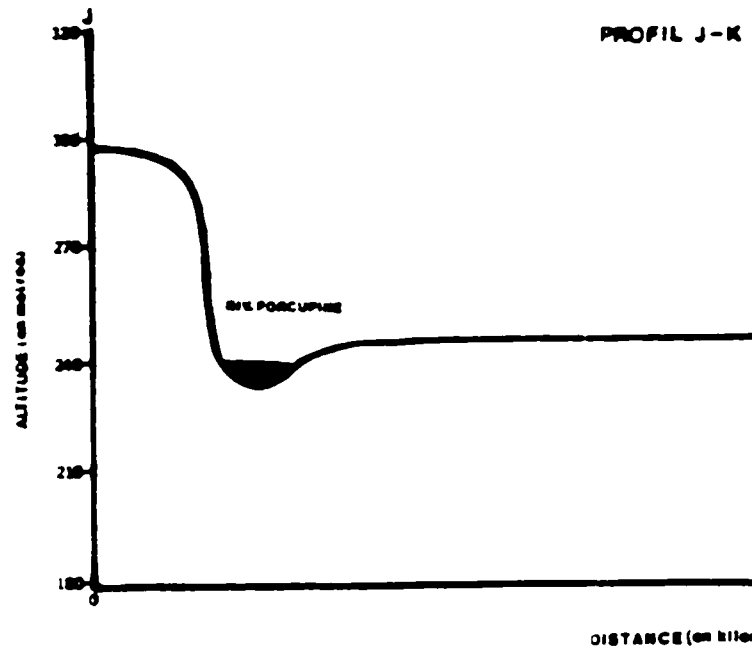
ikon



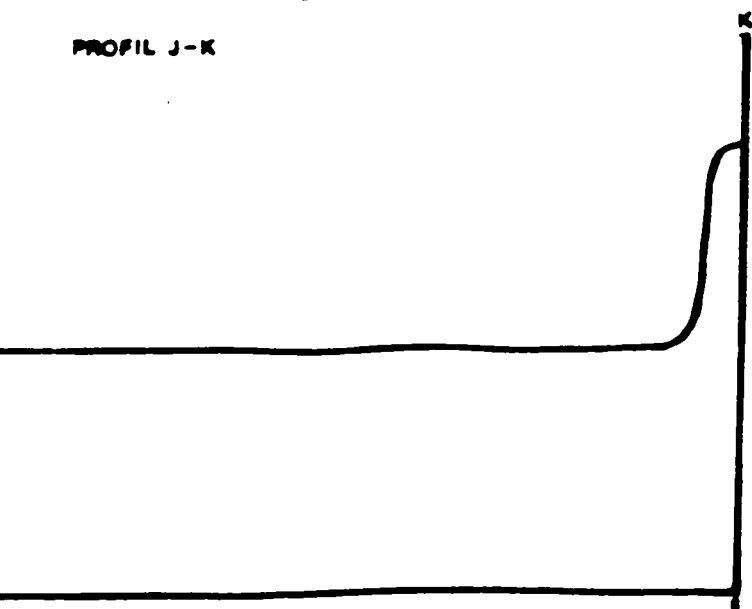
PROFIL C-D-E

E

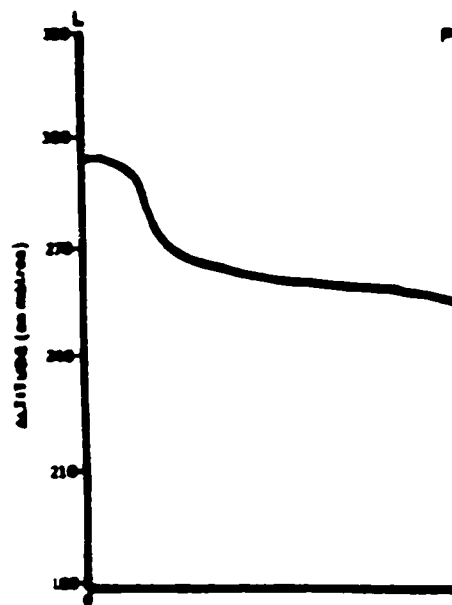




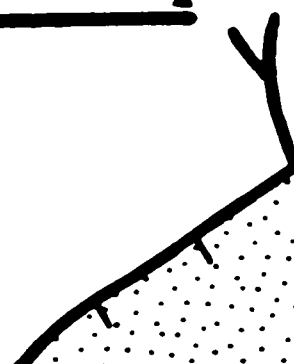
PROFIL J-K

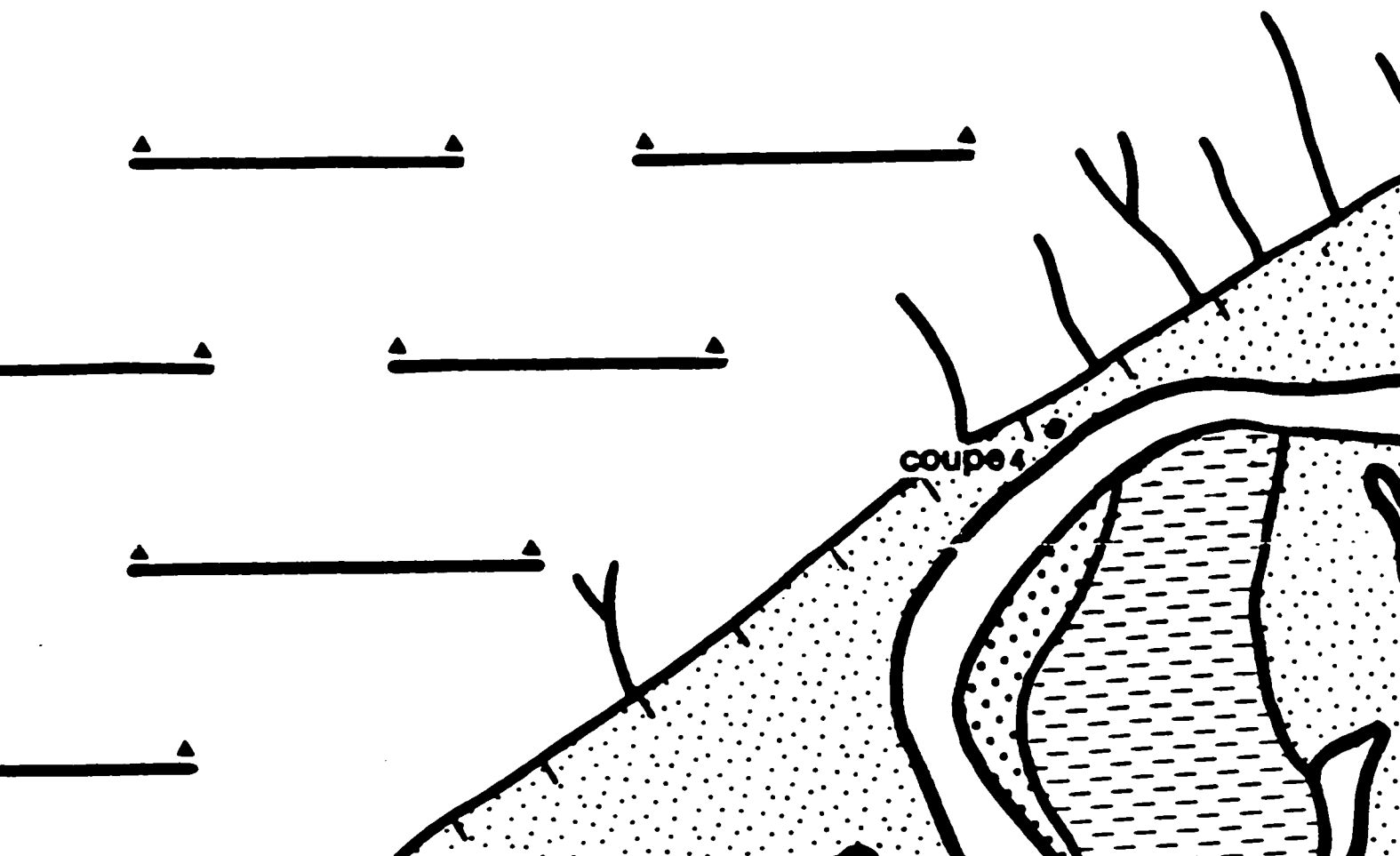
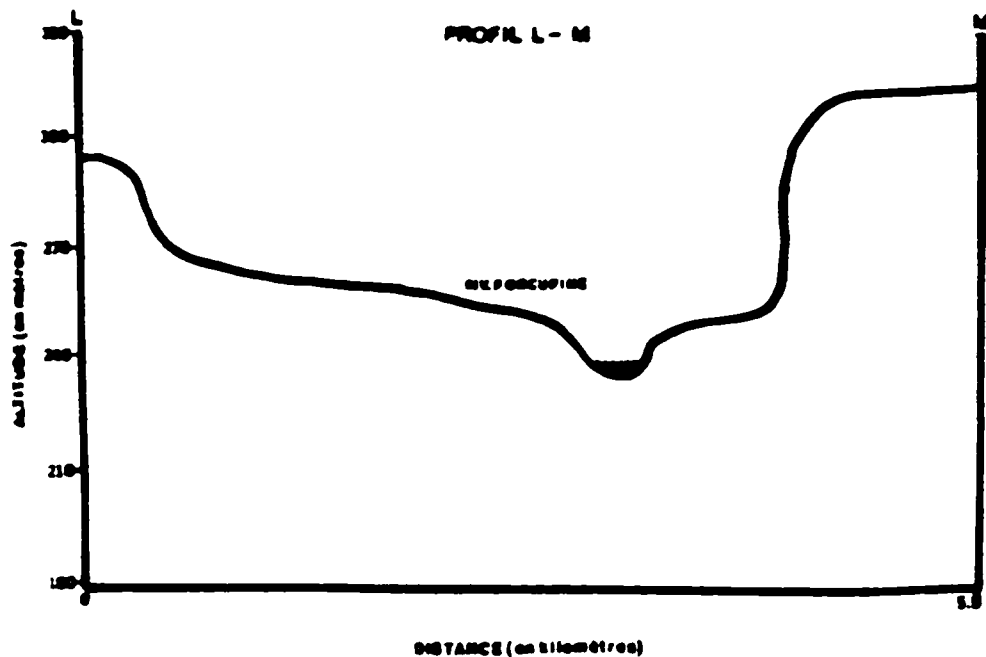


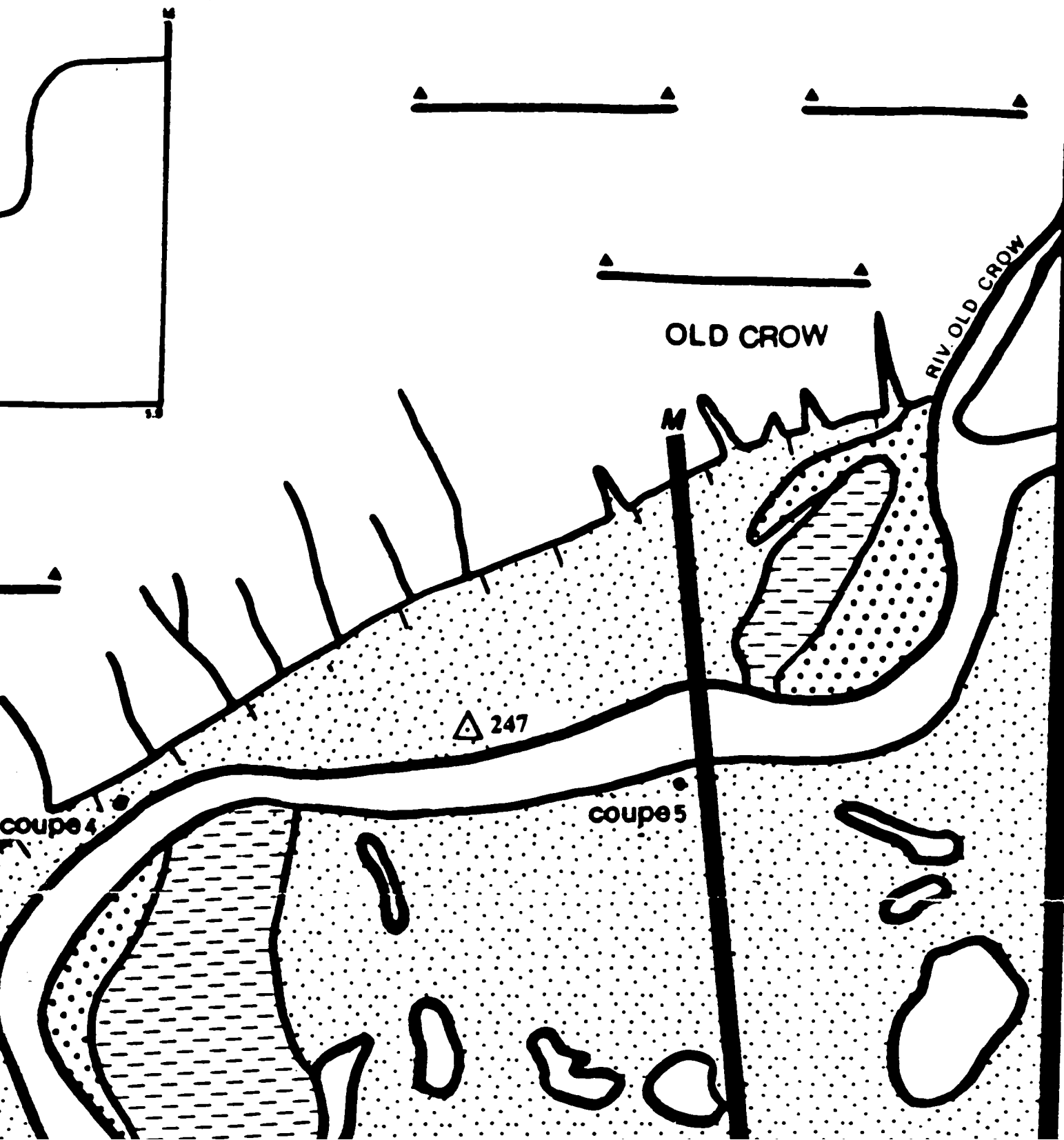
DISTANCE (en kilomètres)

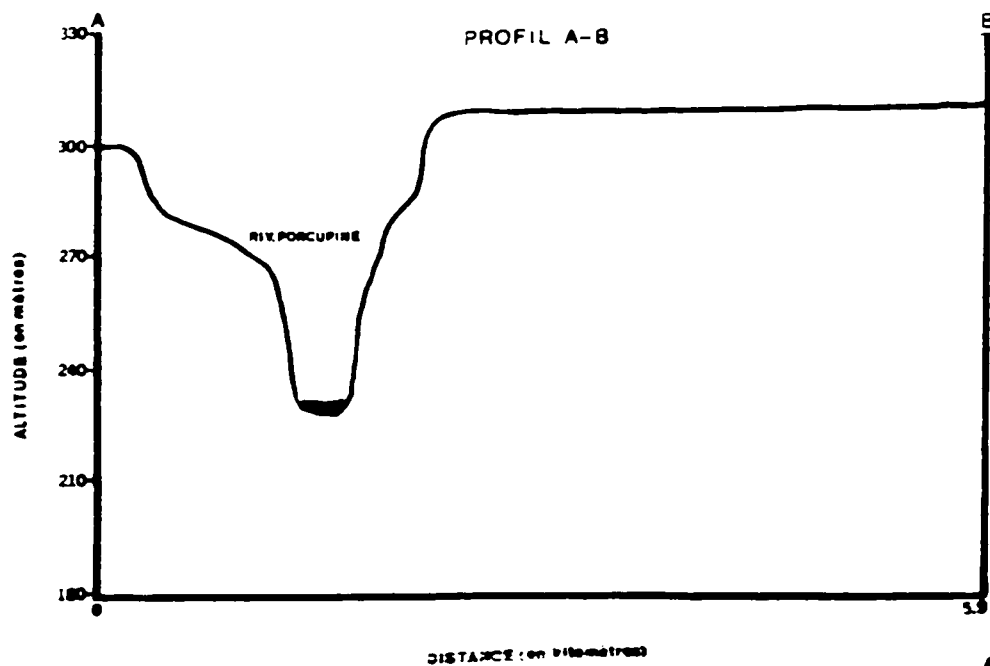
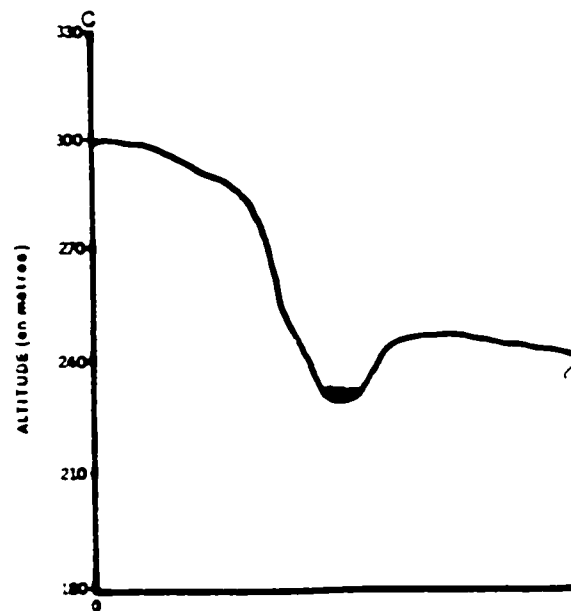


DISTANCE (en kilomètres)

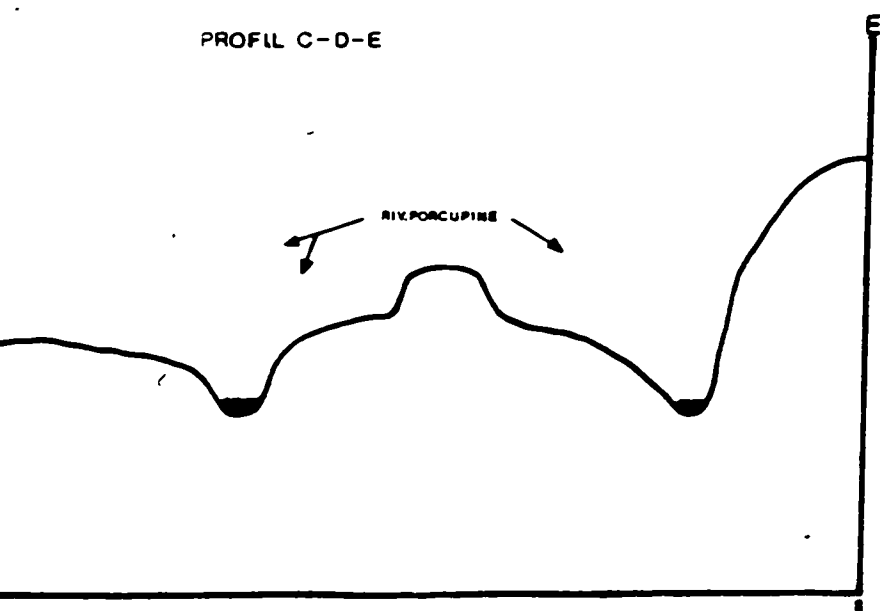




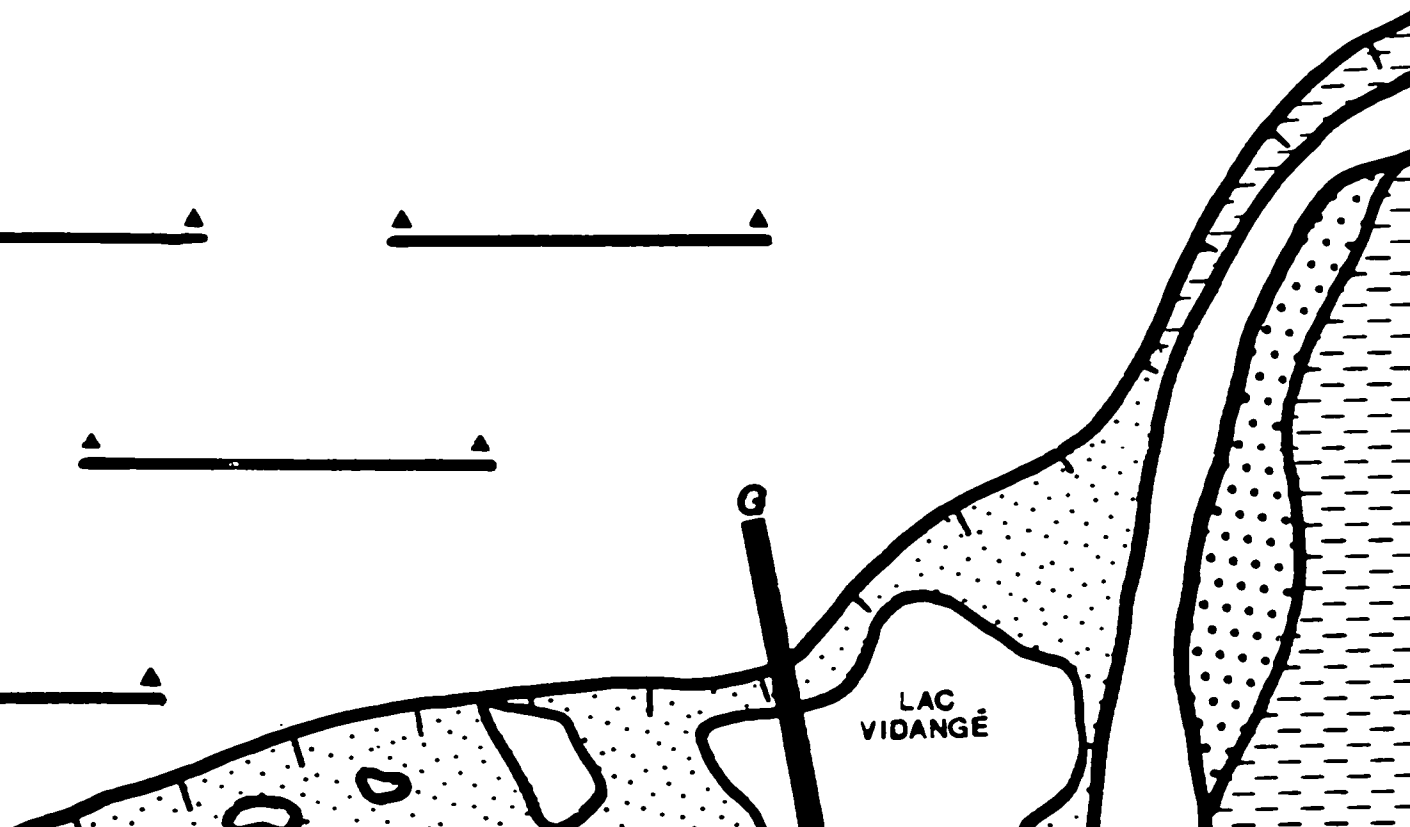




PROFIL C-D-E

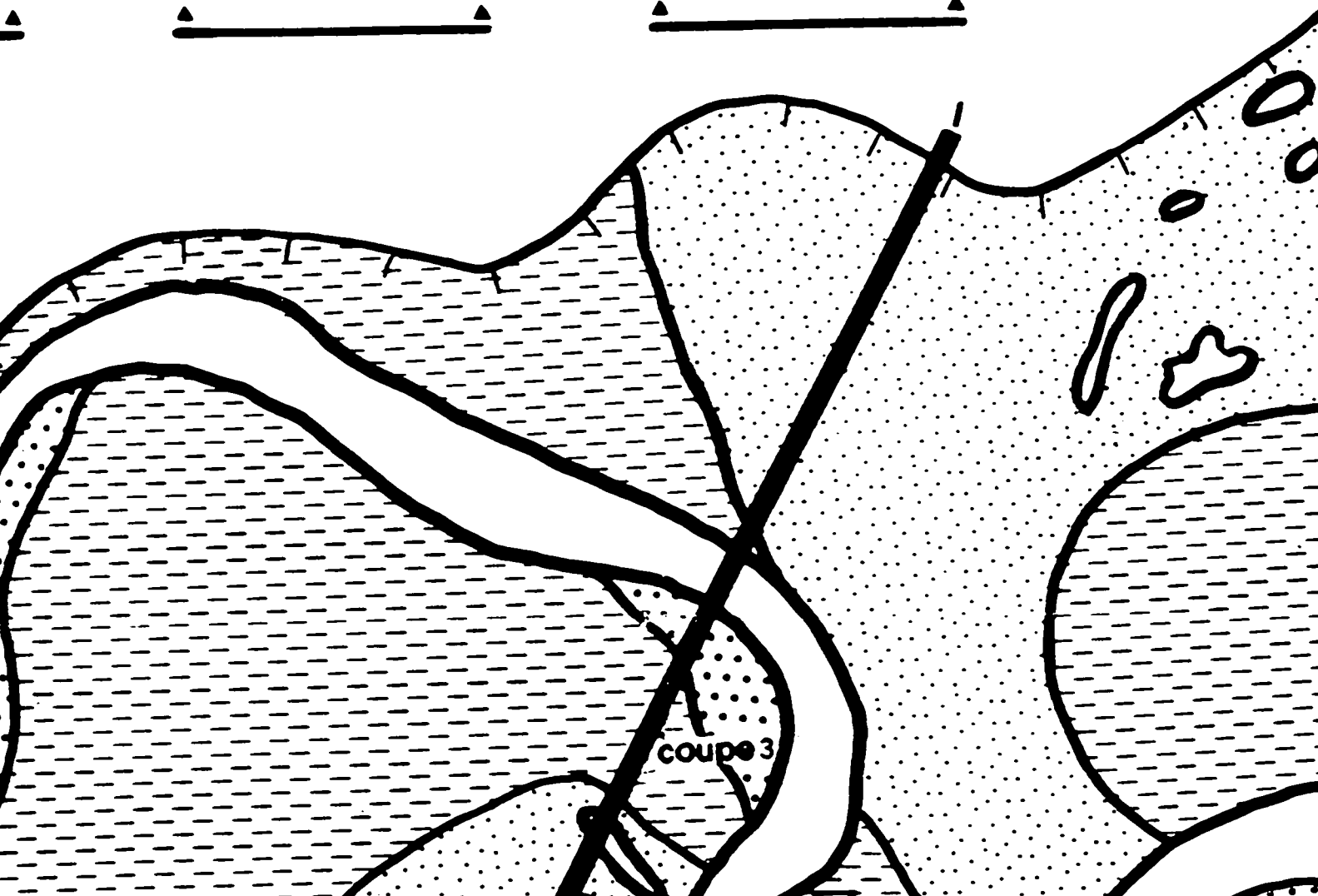
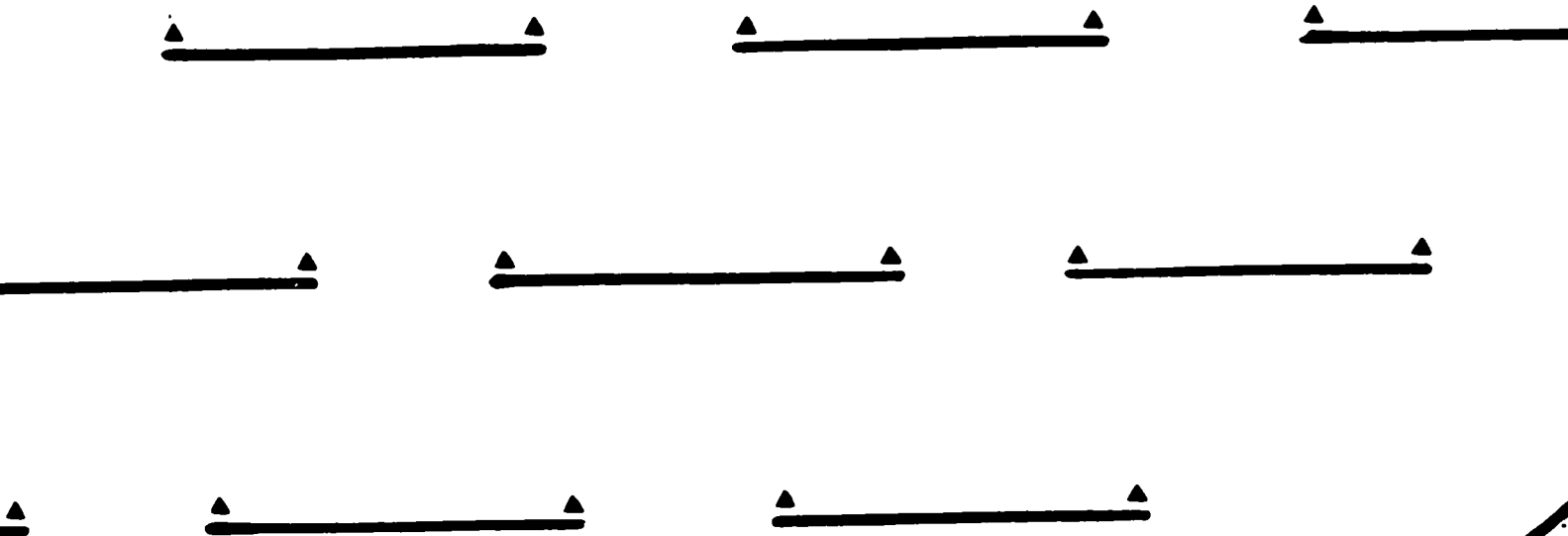


DISTANCE (en kilomètres)



DISTANCE (en kilometres)

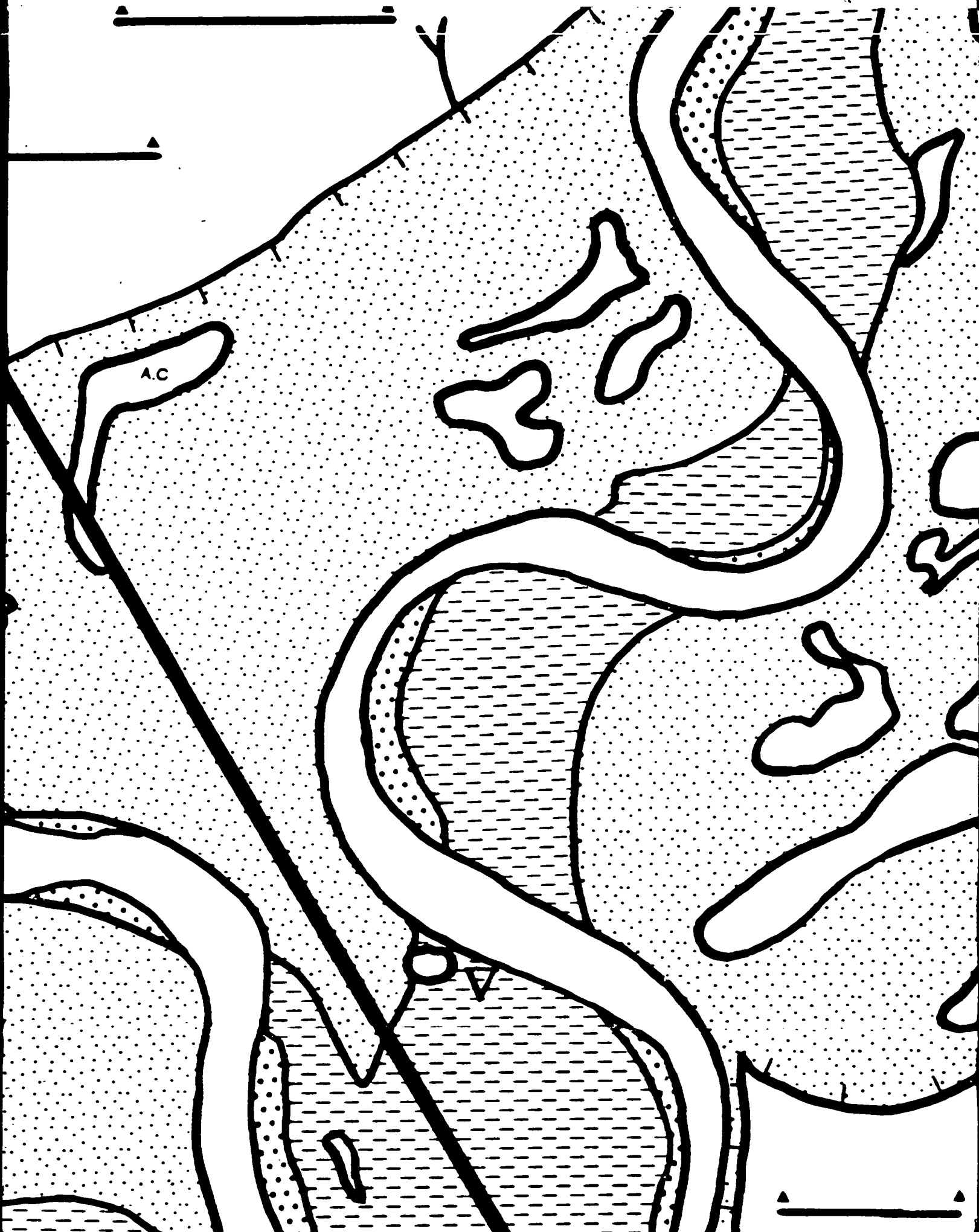
DISTANCE (en km)



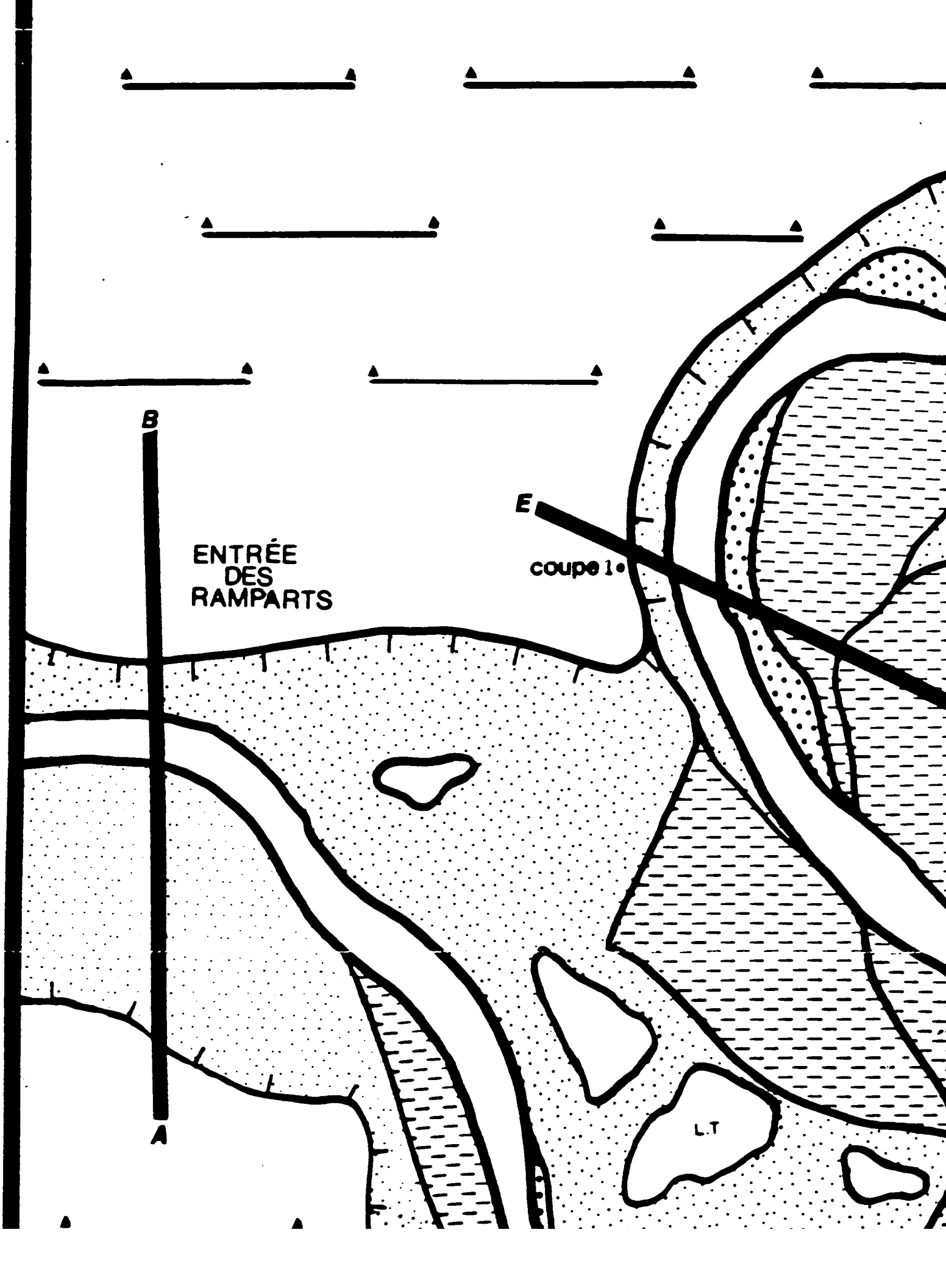
ANCE (en kilomètres)











ENTRÉE
DES
RAMPARTS

coupe 1.

L.T.

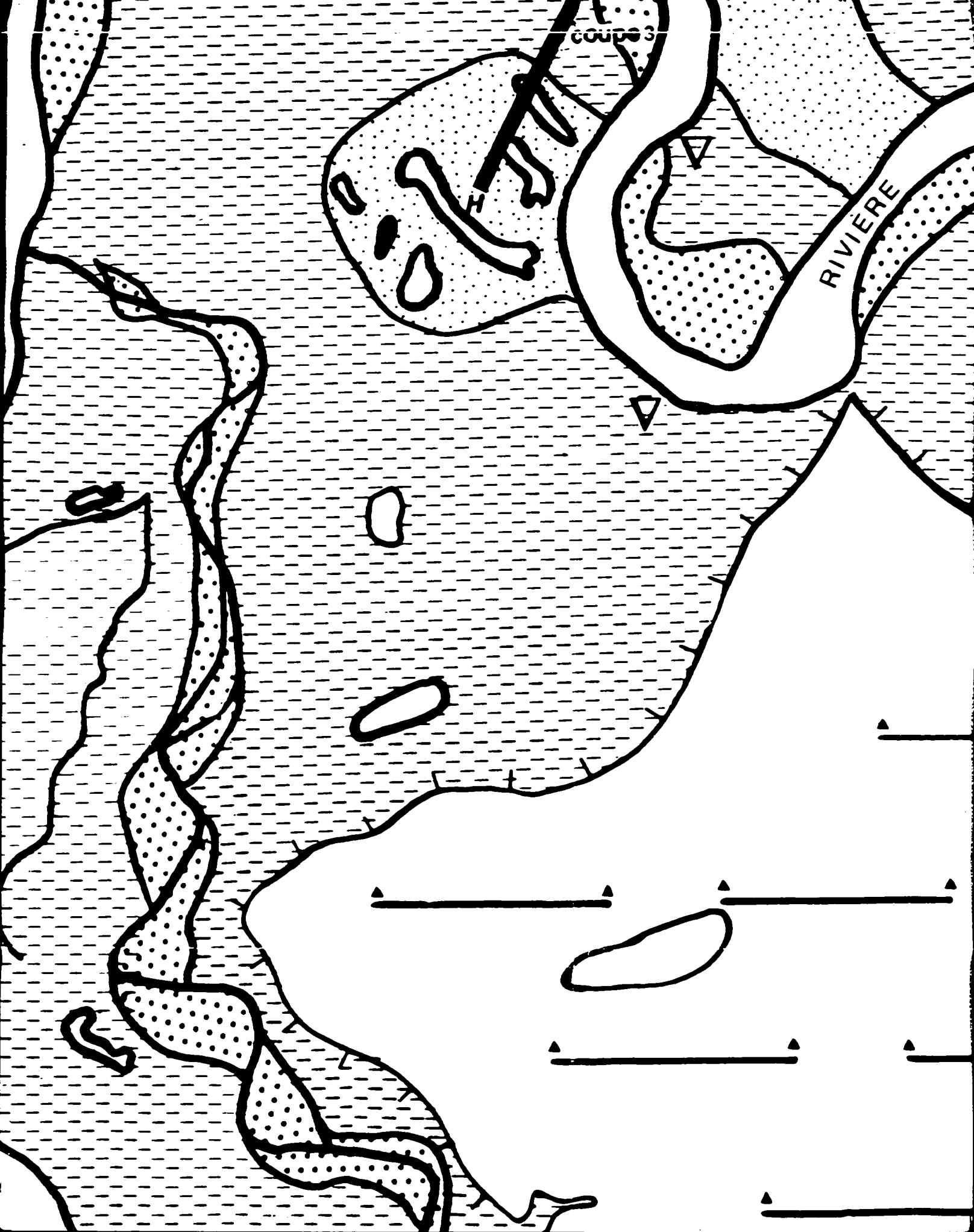


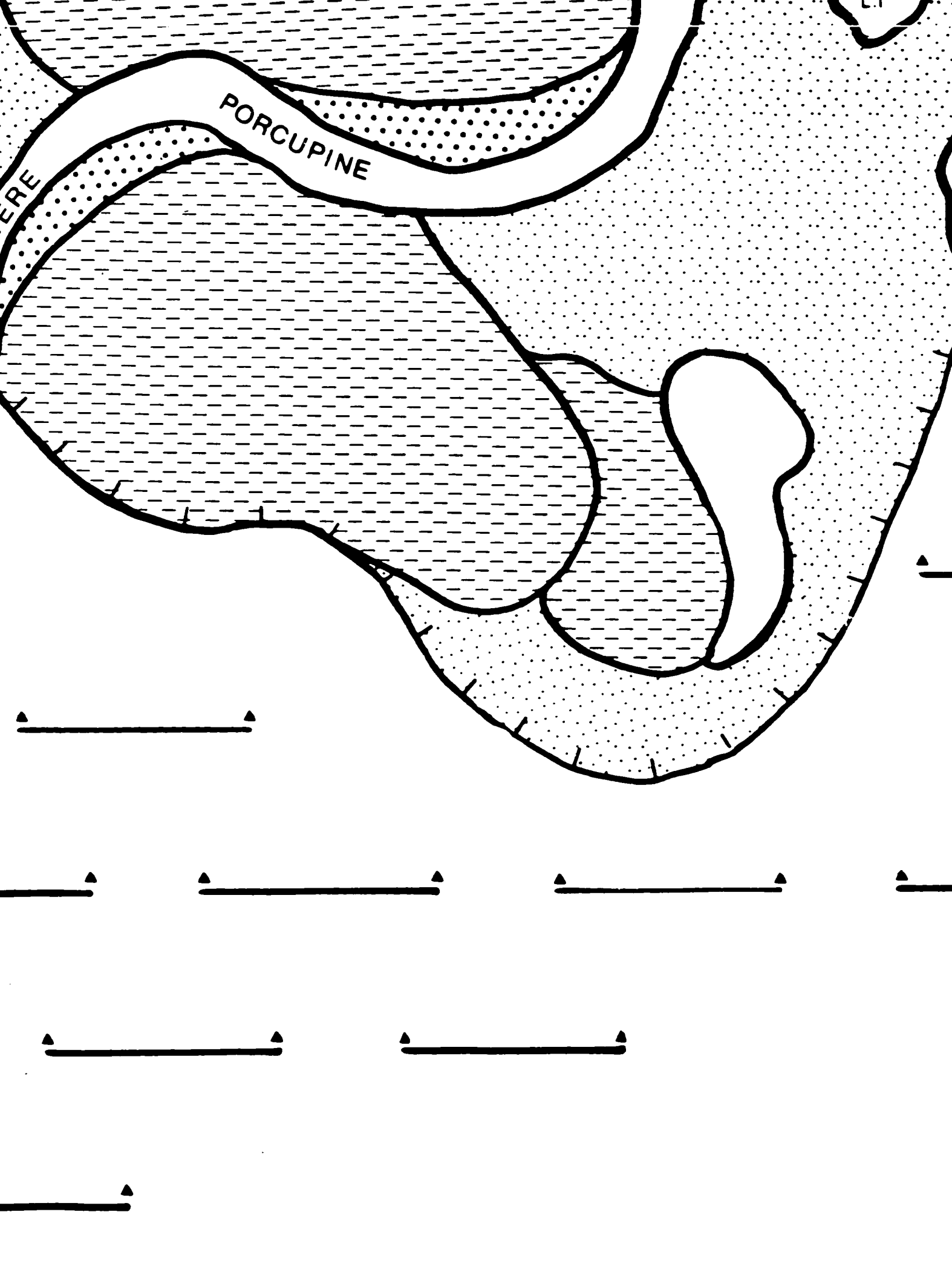
LAC
VIDANGÉ

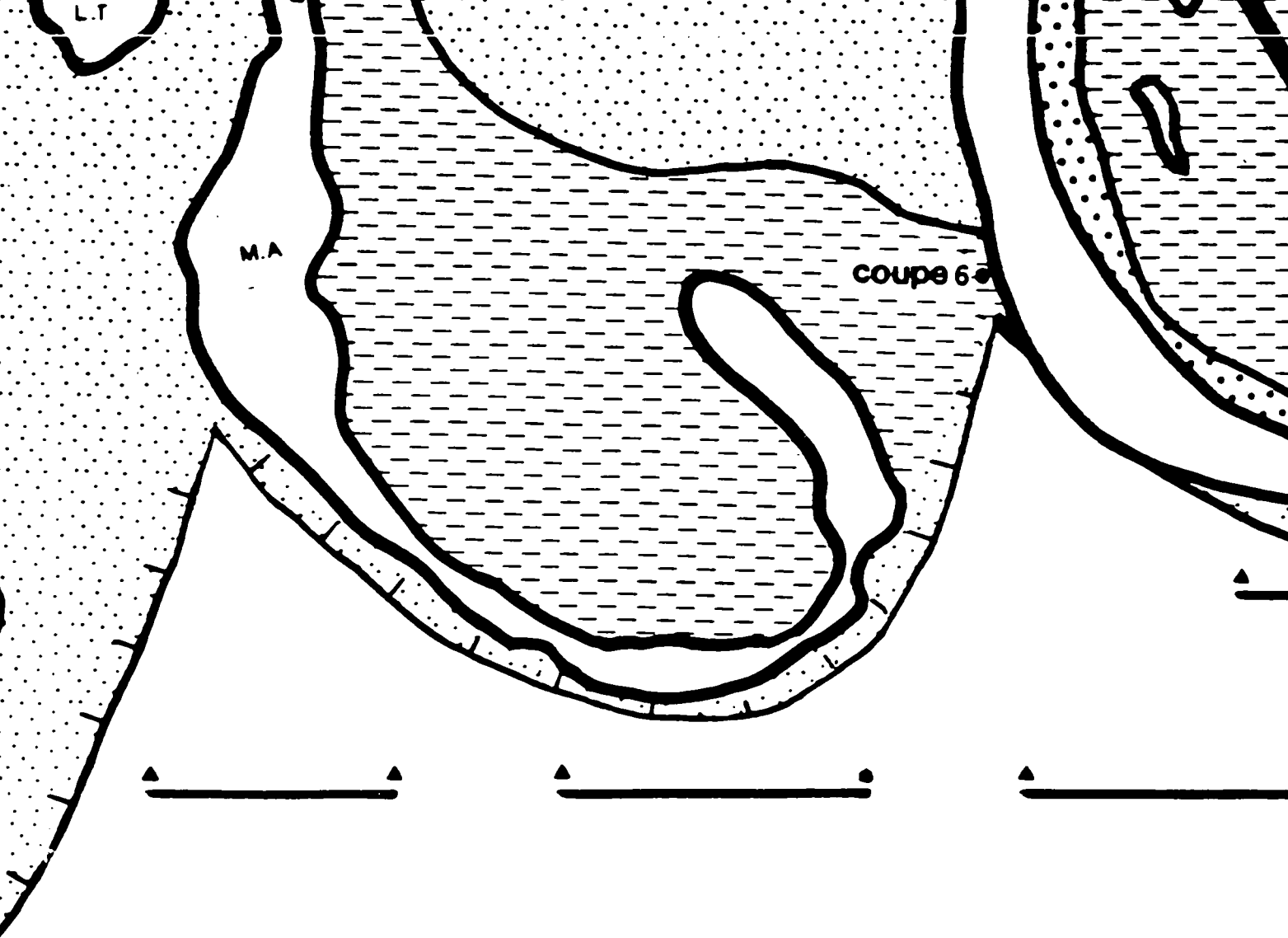
△ 240

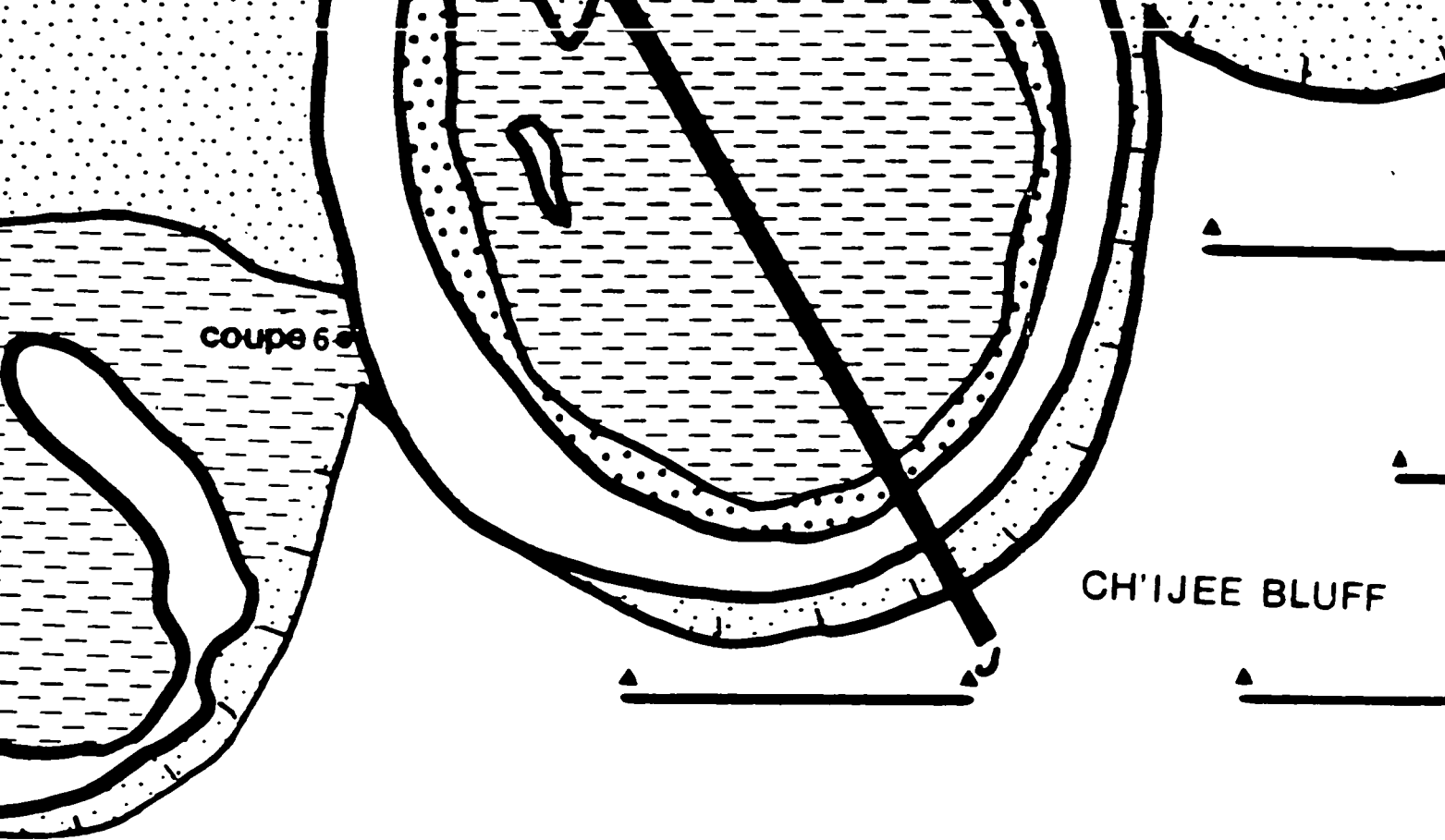
D
MATÉRIEL INDÉTERMINÉ

△ 240



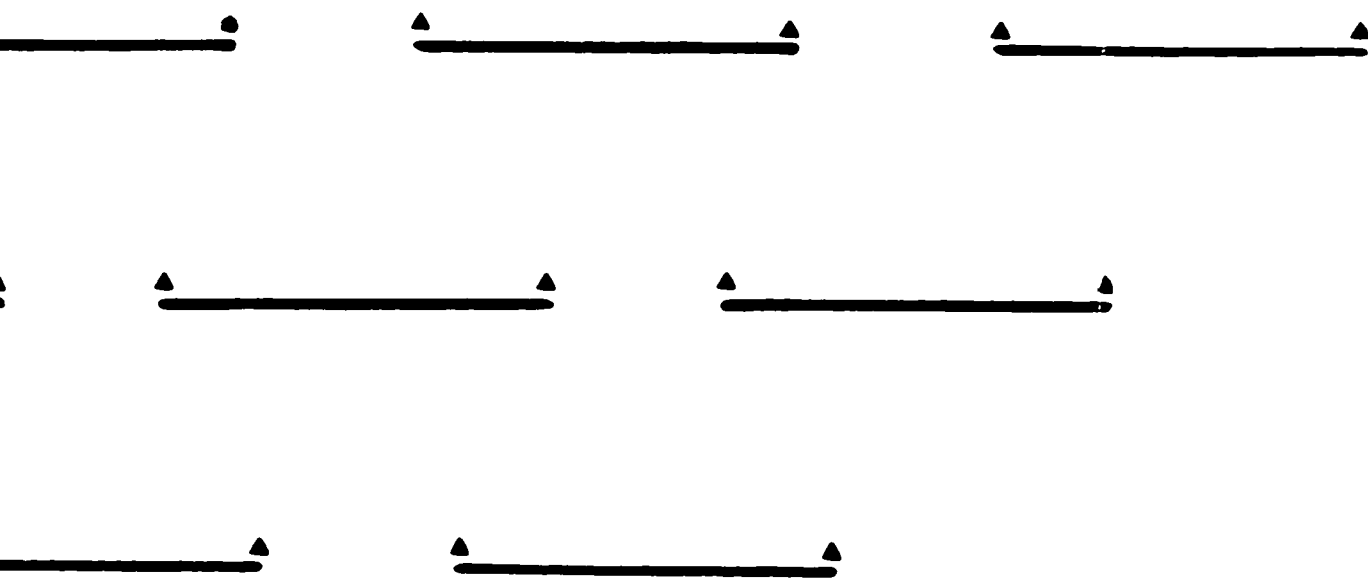


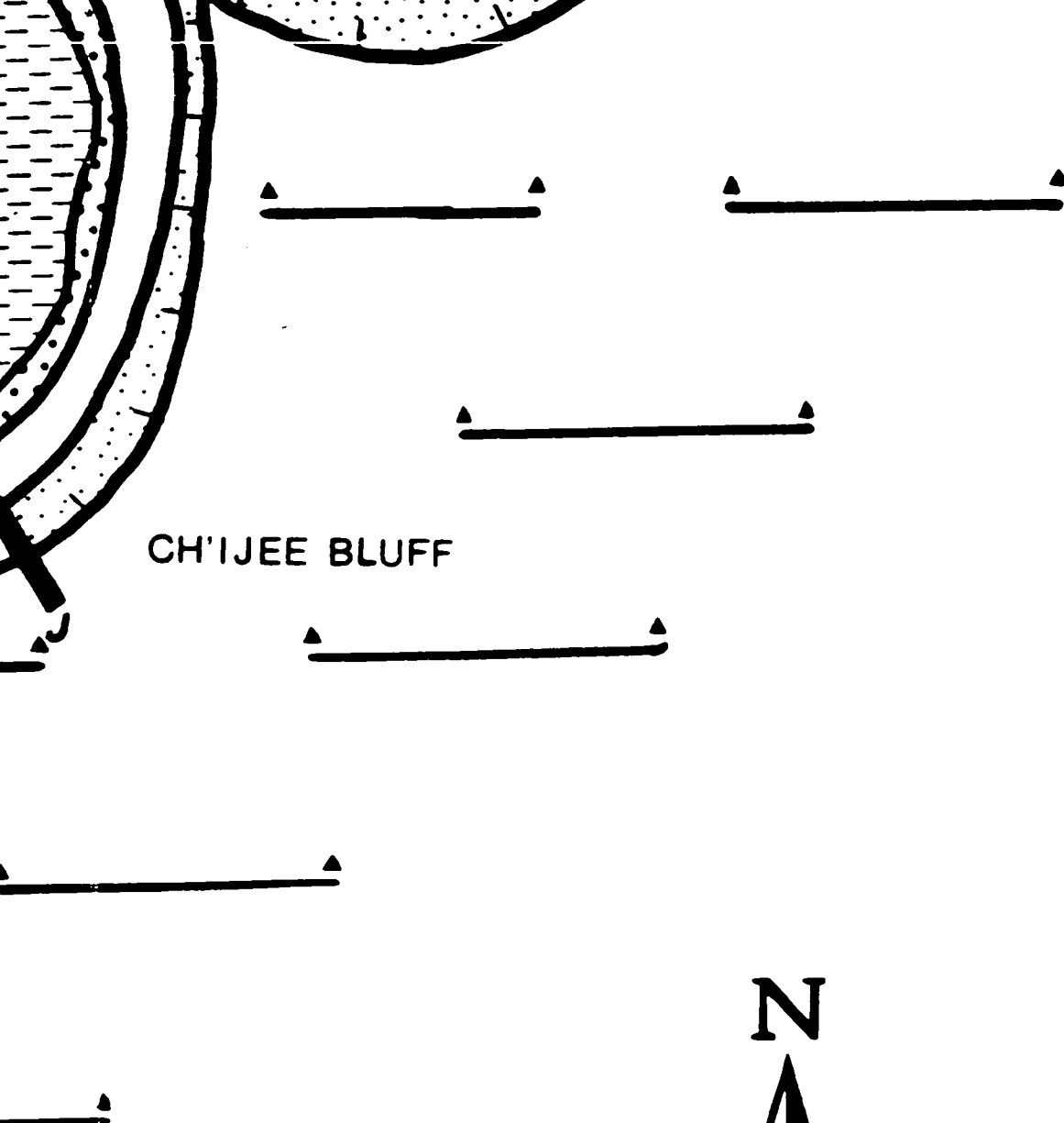




coupe 62

CH'IJEE BLUFF



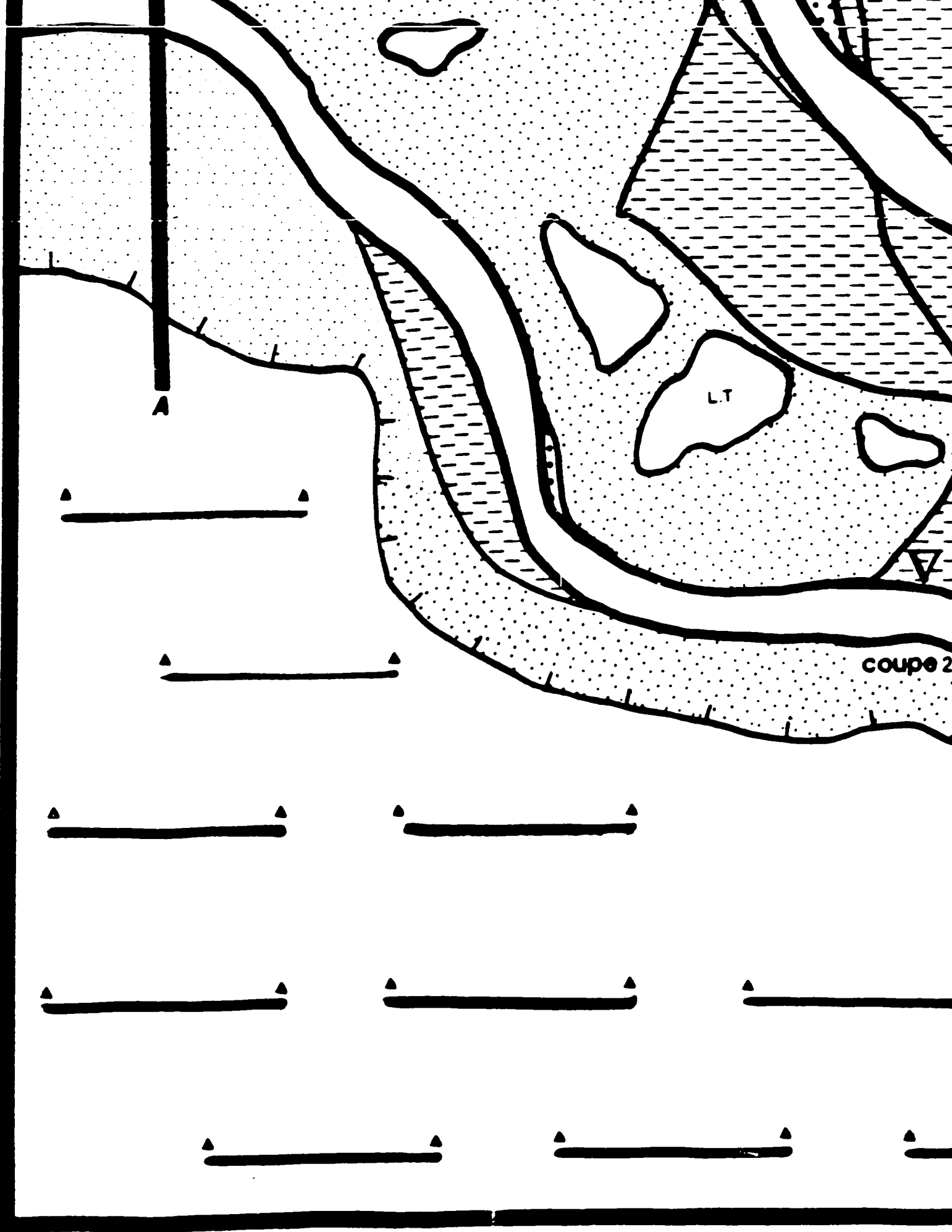


CH'IJEE BLUFF

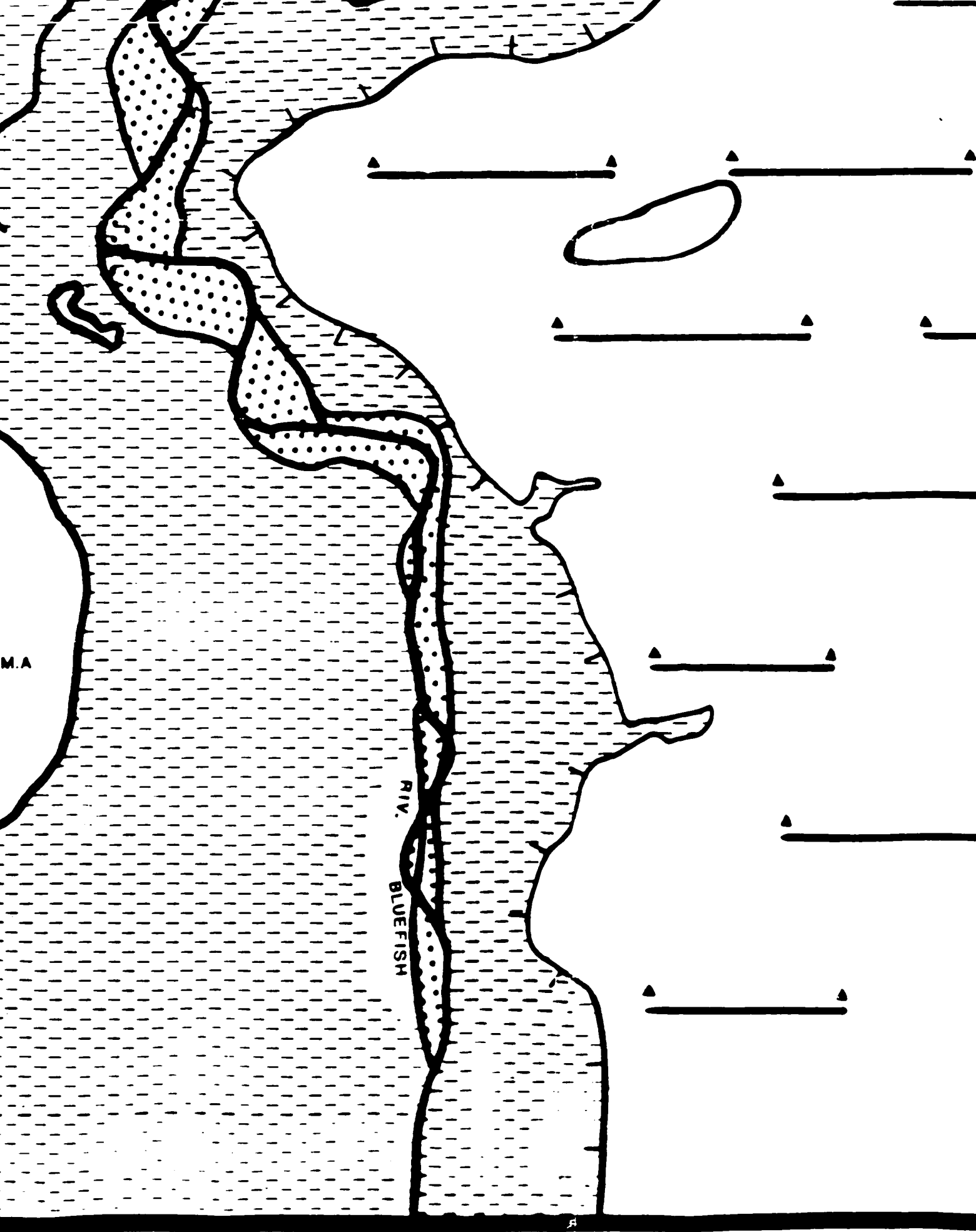


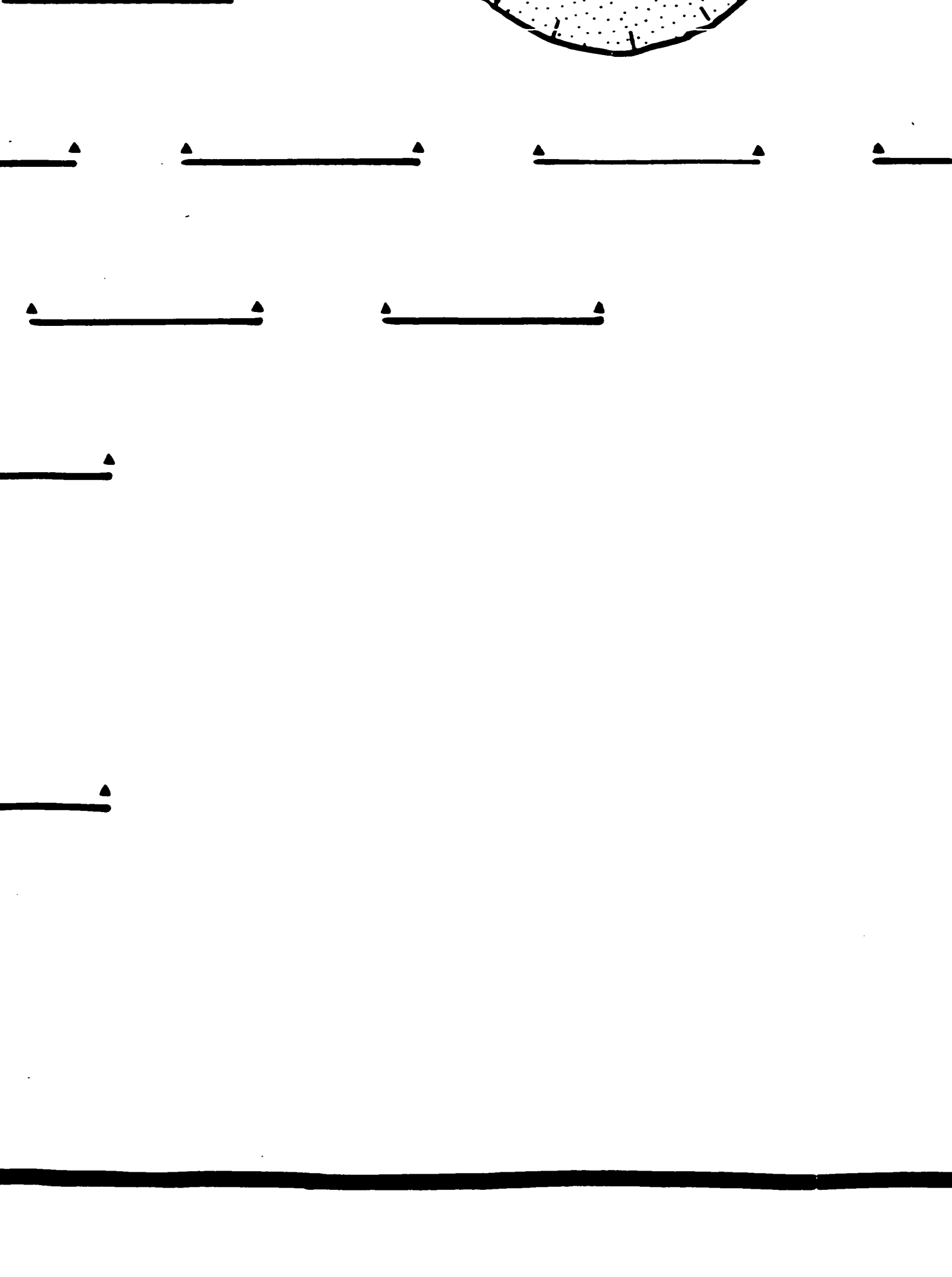
Échelle
1 : 30 000

LÉGENDE













MODERNE



Matériel en transit

HOLOCÈNE



Sable grossier



Limon



Pente douce



Limite de la vallée



Échelle
1 : 30 000

LÉGENDE

MODERNE

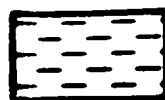


Matériel en transit

HOLOCÈNE



Sable grossier



Limon



Pente douce



Limite de la vallée

M.A. Méandre abandonné

A.C. Ancien chenal

L.T. Lac thermokarstique

△ 244 Altitude (m)

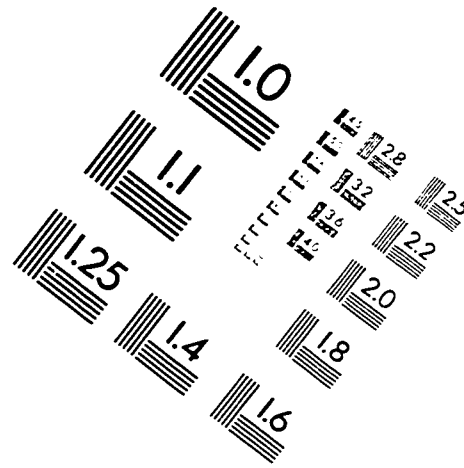
▼ Coin de glace

PLÉISTOCÈNE

▲▲ Plaine de Bluefish

TERTIAIRE

▲▲ Pédiment de Bluefish



APPLIED IMAGE, Inc
1653 East Main Street
Rochester, NY 14609 USA
Phone: 716/482-0300
Fax: 716/268-5989
© 1993, Applied Image, Inc. All Rights Reserved

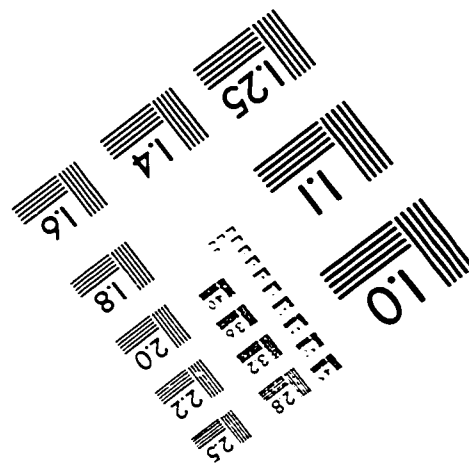
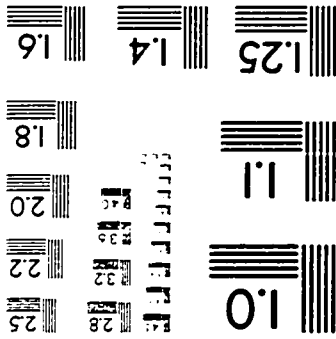
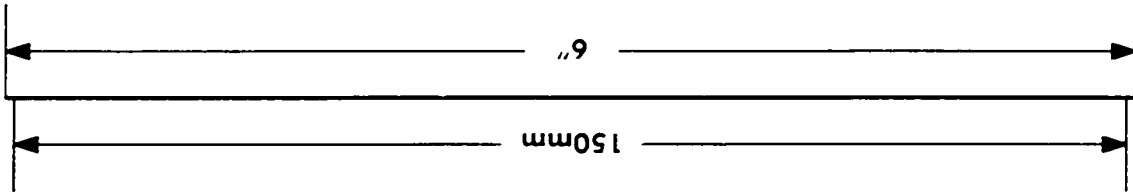
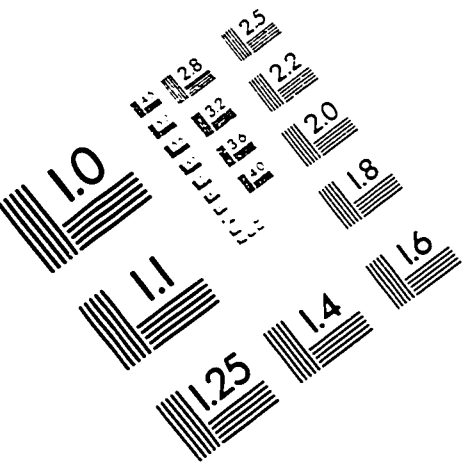


IMAGE EVALUATION
TEST TARGET (QA-3)

